

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de nature et de la vie

Département des sciences biologiques



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences Biologiques

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté Par : Fetni Fatma Zohra

Thème:

*Caractéristique physicochimiques et biologique de
Psyllium issus de Plantago ciliata récolté dans la
région de Zelfana*

Soutenu publiquement le : 20\06\2022

Devant le jury composé de :

M ^r Henni Abdellah	Président	MCA (UKM Ouargla)
M ^r Bouricha M'hamed	Examineur	MCB (UKM Ouargla)
M ^r BOUAL Zakaria	Encadreur	Pr (UKM Ouargla)

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Je remercie avant tout "ALLAH " tout puissant qui nous a accordé la volonté et la force d'accomplir ce modeste travail.

Je veux remercier Monsieur BOUAL Zakaria, Professeur au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, qui a encadré ce travail, pour sa présence et sa disponibilité permanente, pour ces conseils et pour l'orientation de ce travail.

J'exprime nos profondes reconnaissances à Mr HENNI Abdellah Maître de conférences au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, vous qui nous faites l'honneur de présider ce jury.

Je remerciements s'adressent encore Mr BOURICHA M'hamed Maître assistant au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, pour avoir accepté d'examiner ce travail. Je sommes particulièrement honoré de vous avoir vu assurer d'examiner notre mémoire

Je remercie aussi à tous les membres de l'équipe de laboratoire CRAPC de l'Université Kasdi Merbah Ouargla. En particulier à son chef Monsieur BELKHALFA Hakim de nous avoir accueillis au sein du laboratoire.

Je présente mes remerciements les plus sincères au Laboratoire d'analyse médical «IBN ROCHD» en particulier son Directeur Dr. AMMI SAÏD Mustapha de m'avoir accueilli au sein du laboratoire, ainsi qu'à tous les membres de ces équipes au Laboratoire IBN ROCHD.

Dédicace

*J'adresse mes remerciements par un grand respect et gratitude à mes
très chers parents*

*Qui ont tant souffert et se sont sacrifiés pour que je sois heureuse
Pour leurs conseils, leurs affections, et leurs encouragements.*

Et je le dédie à :

Mes chères sœurs et mes chers frères.

Toute ma famille FETNI.

À tous mes amis.

Vous avez tous contribué à m'aider et à m'encourager, vous avez

Toujours fait et ferez toujours partie de ma vie.

*A mes camarades de promotion "**Biochimie Appliquée**" 2022/2023,
ensemble durant cette années.,pour tout ce que nous avons partagé*

*Je dédié ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de
réussite.*



Sommaire

<i>Remerciements</i>	I
<i>Dédicace</i>	I
<i>Liste des tableaux</i>	V
<i>Liste des figures</i>	VI
Liste des photos	VII
<i>Liste des abréviations</i>	VIII
Introduction :.....	2
Partie I: Synthèse bibliographique	4
Chapitre 01 :	5
Le psyllium	5
I.1.Types de psyllium.....	6
I.2. Composition chimique de psyllium :.....	7
I .2.1. Composition totale :	7
I. 2.2. Polysaccharides de psyllium :	7
I.2.3. monosaccharides de l'enveloppe de psyllium :	7
I.2.4. éléments minéraux de psyllium :	8
I.3. application de psyllium :	8
I.3.1. Industrie pharmaceutique :	8
I.3.1.1. Constipation.....	8
I.3.1.2. Diarrhée	8
I.3.1.3. Cancer de côlon :	9
I.3.1.4. Réduction du cholestérol :	9
I.3.1.5. Hypertension :	10
I.3.1.6. Hyper uricémie :	10
I.3.1.7. diabète :	11
I. 3.1.8. Obésité :	11
I.3.2. Industrie alimentaire :.....	12
I. 3.3. Application en comitologie :	13
I.4. la culture de l'isabgol médical (<i>Plantago ovata</i>) :	13
I. 5. Conditions de culture.....	14
I.5.1. Nitrogène	14
I.5.2. Salinité :.....	15
I.5.3. lumière	17
I.5.4. température :.....	18

I.5.5. Effet des engrais bio et organique sur <i>P. afra</i> L :.....	19
I.5.6. Effet de la pluie sur les graines de <i>P. ovata</i>	19
I. 5.7. L'humidité :	20
I.6. Economique de psyllium	21
I.7. Production de psyllium :.....	22
Chapitre 02 : <i>Plantago ciliata</i> et polysaccharides	24
<i>I.1. Plantago ciliata</i>	25
I. 1.1. Description de <i>Plantago ciliata</i>	25
I.1.2. Répartition géographique	25
I.1.3. Position systématique	25
I.2. Polysaccharide des <i>Plantago</i>	26
I.3.1. Activité anti complément	27
I.3.2. Activité anti tumorale et anti cancéreuse.....	28
I.3.3. Activité anti inflammatoire.....	28
Partie II : Méthodologie de travail	30
II.1. Lieu et zone d'étude	31
II.1.1.Lieu et durée de l'étude	31
II.1.2.Présentation de la zone d'étude	31
II.2. matériel d'étude	32
II.2.1. Matériel non biologique	32
II.2.1.1. Appareils et instruments	32
II.2.1.2. Solvants et réactifs	33
II.2.2. Matériel biologique	35
II.2.2.1. Choix de la plante	35
II.2.2.2. Récolte du matériel végétal	35
II.2.2.3. Conservation et broyage du matériel végétal	36
II.3. Germination des graines.....	37
II.4. Culture des graines	37
II.5. analyses physico-chimique et biochimiques	37
II.5.1. Pourcentage de matière sèche et l'humidité.....	37
II.5.2. Dosage des Cendres	38
II.5.3. Dosage des éléments minéraux	38
II.5.4. Dosage colorimétrique	39
II. 5.4.1. Dosage des polyphénols totaux	39
II.5.4.2. Dosage des flavonoïdes totaux	39
II.6. Caractérisation des résidus glycosidiques	40
II.6.1. Hydrolyse acide des liaisons glycosidique.....	40

II.6.2. Chromatographie sur couche mince (CCM)	40
II.6.3. Chromatographie liquide à haut performance (HPLC)	42
II.7. Activité anti complément	44
II.7.1. Principe d'étude.....	44
II.7.2. Mode opératoire	44
Partie III : Résultats et discussion	52
III.1. Résultats de culture	53
III.2. Caractérisation physico-chimique du matériel végétal	54
III.3. Caractérisation par chromatographie sur couche mince du matériel végétal	55
III. 4. Caractérisation par Chromatographie liquide à haut performance (HPLC)	58
III.5. Activité anti complément de psyllium du P.ciliata via le test AP100.....	59
Conclusion	63
Référence bibliographique	66
Annex	84
Résumé	89

Liste des tableaux

Tableau 1 : les appareils principaux utilisés au cours de l'expérimentation	333
Tableau 2 : les produits principal utilisé au cours de l'expérimentation	33
Tableau 3 : les appareilles et les réactifs utilisé au cours de l'expérience de l'activité anti-complément.....	44
Tableau 4 : quelque préparation des solutions utilisées.....	46
Tableau 5 : méthode de dilution d'une solution des téguments des graines de <i>P. ciliata</i>	488
Tableau 6 : Les résultats d'analyse physicochimique et biochimique des téguments des graines de <i>P. ciliata</i>	544
Tableau 7 : Rapports frontaux (Rf) des oses étalons et des téguments des graines de <i>P. ciliata</i> pour deux systèmes de chromatographie sur couche mince (CCM)	57

Liste des figures

Figure 1 : structure des polysaccharides principaux de l'enveloppe de psyllium (arabinoxylane)	7
Figure 2 : mécanisme de l'effet hypocholestérolémiant de l'enveloppe de psyllium	10
Figure 3 : les avantages du gel de psyllium dans intestin pour la santé	12
Figure 4 : Graphe de Données de croissance de plantes <i>P. coronopus</i> traitées à différents niveaux de sel.....	16
Figure 5 : Graphe de l'effet des couleurs de lumière blanche, rouge et bleu à différentes intensités sur la germination des graines de <i>P.major</i>	18
Figure 6 : Macro aspect des échantillons de graines récoltés avant et après 26 mm de pluie .Les pointes de flèche indiquent les graines qui sont décolorées, texturées et/ou noircies. Barre d'échelle = 2 mm et s'applique à tous les panneaux d'image	20
Figure 7 : Graphe d'isabgol exporté par année de puis l'Inde.....	22
Figure 8 : Situation géographique de la région de Zelfana.....	32
Figure 9 : chromatogramme des téguments des graines de <i>P.ciliata</i> du système I	57
Figure 10 : chromatogramme des téguments des graines de <i>P.ciliata</i> du système II.....	58
Figure 11 : Chromatogramme des oses des téguments des graines de <i>P.ciliata</i>	59
Figure 12 : Histogramme représente les pourcentages de l'inhibition de la lyse des hématies par le complément contenu dans le sérum humain normal en présence l'échantillon et en utilisant l'héparine comme contrôle positif.	60

Liste des photos

Photo 1 : <i>Plantago ciliata</i> de Nagoussate région de Zelfana.....	366
Photo 2 : poudre fine des téguments des graines de <i>P. ciliata</i> récolte en juillet 2022.....	366
Photo 3: résultat de germination des graines de <i>P.ciliata</i>	533
Photo 4 : résultats de culture des graines de <i>P.ciliata</i>	53

Liste des abréviations

- A. Gal : acide galacturonique
A. Glc : acide gluconique
AlCl₃ : aluminium chloride
AP : Alternative pathway
Ara : arabinose
CaSO₄ : calcium sulfate
CCM : chromatographie sur couche mince
DBP : pression sanguin diastolique
DO : Densité optique
EDTA: éthylène diamine-tétra acétique
EGTA: l'éthylène glycol-bis[-aminoéthyléther]N,N'-tétraacétique (EGTA)
EM : effective microorganisme (micro-organismes efficaces)
Erg : unité de mesure de l'énergie
ETEC : Escherichia coli entérotoxigène
FYM : Farm yard manure (le fumier de ferme)
Gal : galactose
Glc : glucose
GLP-1 : peptid-1-de type glucagon
H₂O₂ : Le peroxyde d'hydrogène
HDL-C : lipoprotéine de haute densité
HPLC : Chromatographie en phase liquide à haute performance
IL-1b : interleukine 1-beta
KH₂PO₄: Dihydrogénophosphate de potassium anhydre
KNO₃ : nitrate de potassium
LDL-C : lipoprotéine de basse densité
Man : mannose
MgCl₂ 6H₂O : Chlorure de magnésium hydrate
mm Hg : millimètre de mercure
N : nitrogène
Na₂HPO₄:D'Hydrogénophosphate disodique anhydre Na₂HPO₄

NaCl : Chlorure de Sodium

NaNO₂ : nitrite de sodium

NaOH : Hydroxyde de Sodium

NH₄ : l'ammonium

NO₃ : le nitrate

.P. : Plantago

PBS : phosphate buffer saline (tampon phosphate saline)

PPM : partie par million

PS : polysaccharides

Rf : rapport frontal

Rha : rhamnose

SHN : Sérum humain normal

SWS : seawater salinity (salinité de l'eau de mer)

TFA : Acide trifluoroacétique

TG : triglycérides

TNF-a : facteur de nécrose tumorale a

USD : dollars

V : variété

VIH : Virus de l'Immunodéficience Humaine

XOD : xanthine oxidase

Xyl : xylose

Introduction

Introduction :

Depuis la nuit des temps, les anciens utilisaient les plantes spontanées pour traiter les maladies bénignes, rhume ou toux ou, plus dangereuse, telle que la tuberculose ou la malaria. À ce jour, il existe plus de cent mille plantes dans le monde entier soit non découvertes, soit leurs activités médicales ne font pas encore l'objet d'une enquête et d'une analyse. Il est prévu que les plantes et les herbes vont jouer un rôle essentiel dans le domaine médical, de sorte que leur efficacité médicale devrait être testée dans les études actuelles et futures (**Adom et al. 2017**).

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 80% des populations de certains pays d'Afrique utiliseraient des plantes médicinales pour leurs soins de santé primaires (**Alabi et al., 2020**). Ces ressources comptent environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales (**Bouallala et al., 2014**).

Le genre *Plantago* (Plantaginaceae) est cosmopolite (**Gonçalves et Romano, 2016**). Les espèces de *Plantago* sont concentrées dans les régions tropicales tempérées et à haute altitude (**Gazer et Shalabi, 2016**) mais aussi réputées dans les régions sahariennes (**Hammouda et al., 2007**). Ces plantes possèdent de nombreuses propriétés médicinales car elles contiennent de nombreux composés comme les composés polysaccharidiques.

Le psyllium, matière première sous forme fine membrane blanche recouvrant le côté concave de la graine de certaines espèces de genre *Plantago* (*Plantago ovata*, *Plantago afra*, *Plantago indica*). Le psyllium possède une capacité d'absorption d'eau et des propriétés gélifiantes. La production et l'exportation de poudre de psyllium sont dominées par l'Inde sur le marché mondial (**Venkata et al., 2018**).

Le Sahara algérien, constitue plusieurs espèces de *Plantago* ; telle que *P. albicans* dans la région d'El Oued et *P. notata* et *P. ciliata* dans la région de Ghardaïa, l'étude de **Boual (2014)**, **Benaoun (2016)**, **Addoun (2021)** qui montre l'importance des *Plantago*. Les espèces les plus utilisées en médecine traditionnelle sont *P. major*, *P. lanceolata*, *P. media*, *P. pumilia*, *P. coronopus*, *P. argentia* et *P. lagopus* produisent de mucilage autour de leurs graines (**Trivedi, 2009**) et ils sont utilisés comme source de psyllium.

Grâce à ces plantes, l'Algérie peut occuper une place mondiale dans la production de psyllium à partir des plantago qui poussent au Sahara Algériens.

Notre but dans cette étude expérimentale est la caractérisation physicochimique de psyllium extrait à partir de *Plantago ciliata*, Le travail porte trois parties essentielles :

- La première partie : synthèse bibliographique ; elle est constituée :
 - ✚ Le chapitre I est consacré à la partie théorique sur psyllium indien et la culture des graines du genre *Plantago*.
 - ✚ Le chapitre II est consacré au *Plantago ciliata* et les polysaccharides.
- La deuxième partie : la méthodologie suivie de la caractérisation physicochimique de psyllium extrait de *P.ciliata*.
- Le dernier chapitre présente l'ensemble des résultats expérimentaux de cette étude et leurs discussions.

Partie I: Synthèse bibliographique

Chapitre 01 :
Le psyllium

Cette partie traite dans sa première chapitre sur les types et la composition de psyllium. Et détaillera également la déférente industrie de psyllium et culture de psyllium. Le deuxième chapitre de cette partie porte sur le *Plantago cilita* et les polysaccharides, et leurs activités biologiques.

I.1.Types de psyllium

Le genre *Plantago* est parfaitement constant parmi les plus de 260 espèces qu'il comporte. Seule, la disposition des feuilles (alternes ou opposées) et le port des individus (plantes en rosette ou à tige ramifiée) a permis de distinguer les deux sous-genres *Plantago* et *Psyllium*. A l'intérieur de ces sous-genres et plus spécialement dans le sub-genre *Plantago*, il est souvent assez délicat de classer les différentes espèces. Le sub-genre *Plantago* a été divisé en 18 sections et le sub-genre *Psyllium* ne contient qu'une seule section (**Gorenflot et Bourdu., 1962**) (**Benaoun, 2017**) .

Les espèces principales de psyllium sont *P.ovata*, *P.media* et *P. indica*. Ceux-ci sont fabriqués commercialement dans un certain nombre de pays européens, l'ex-Union soviétique, le Pakistan et l'Inde connu sous le nom de psyllium blond, *Plantago afra* ou le psyllium noir existe dans le moyen orient et du bassin méditerranée Morales **Kakoli (2022)**. Le tégument des graines produites par ces psylliums est très riche en fibres et en particulier en mucilages (surtout chez le psyllium blond). Cette composition explique que le psyllium soit utilisé de longue date comme laxatif (**Morales, 2022**).

I.2. Composition chimique de psyllium :

I.2.1. Composition totale :

Psyllium comprend un grand pourcentage des carbohydate totale 84.98% est considérée comme le composant principal dans le psyllium et comprend 6.8 % d'humidité et 4.07 % taux de cendre totale. Il ne contient pas des lipides et des protéines. Par contre les graines de *Plantago psyllium* constituées d'une huile grasse contient 0,2 % d'acide linoléique, 47,9 % d'acide linoléique, 36,7 % d'acide oléique, 3,7 % d'acide palmitique, 6,9 % d'acide stéarique et 0,8 % d'acide lignocérique (Qian Guo et al., 2007)

I. 2.2. Polysaccharides de psyllium :

Le psyllium contient une forte proportion d'hémicellulose, composée d'un squelette de xylane lié à des unités d'arabinose, de rhamnose et d'acide galacturonique (arabinoxylanes). La teneur en arabinoxylane dans le psyllium est comprise entre 45 et 60%, indiquant en outre que les fractions principales sont l'arabinose et le xylose, tandis que les fractions mineures comprennent certains autres sucres et l'acide uronique. Certains chercheurs ont déduit que l'arabinoxylane est la fraction active utile pour gérer diverses affections physiologiques (Fischer et al., 2004; Saghir et al., 2008)

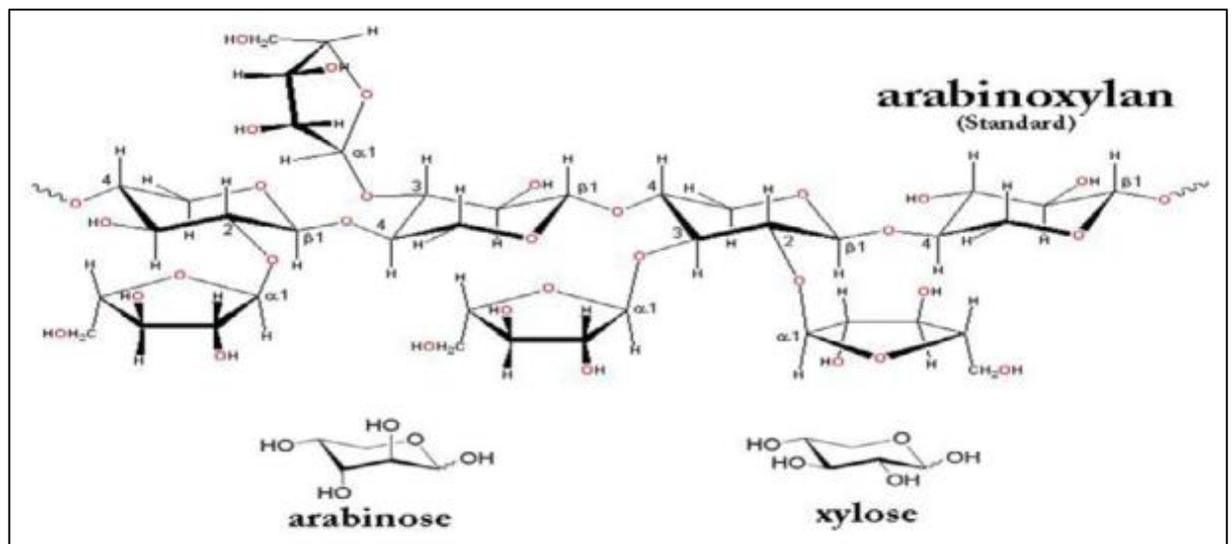


Figure 1 : structure des polysaccharides principaux de l'enveloppe de psyllium (arabinoxylane)

I.2.3. monosaccharides de l'enveloppe de psyllium :

Le polysaccharide principale est arabinoxylane, qui est principalement constitué de (1,4) -D-xylose lié avec des chaînes latérales sur les positions C-3 ou C-2, y compris l'arabinose et le xylose Teneur en glucides de *Plantago* s'est avéré être principalement du D xylose (63,6 %), du L-arabinose (20,4 %), du L-rhamnose (6,5 %) et de l'acide D-galacturonique (9,0 %). avec environ 35 % de résidus terminaux non réducteurs (**Qian Guo et al ., 2007**).

I.2.4. éléments minéraux de psyllium : (Qian Guo et al., 2007)

Psyllium contenait significativement plus de potassium (8500 µ/g), de calcium (1500 µ/g) et de sodium (640 µ/g), et des niveaux significativement inférieurs de magnésium (150 µ/g), de phosphore (140 µ/g) et container des tras de sulfure (23 µ/g).

I.3. application de psyllium :

I.3.1. Industrie pharmaceutique :

Le psyllium fait partie intégrante de la gestion médicale et de la santé humaine, il a été utilisé comme laxatif sûr et efficace et peut être pris en interne comme complément alimentaire en raison de sa faible toxicité aiguë, et utile pour traiter plusieurs maladies (**Hayden et al., 1998**)

I.3.1.1. Constipation

Lorsque le colon ne se contracte pas correctement, il ne parvient pas à déplacer les selles vers le rectum, ce qui provoque la constipation. Une fois les problèmes graves exclus, des mesures simples sont prises pour guérir la constipation chronique, telles que l'ajout de fibres, de son ou d'un agent gonflant à l'alimentation. Le psyllium est l'un des agents de charge les plus utilisés dans le monde. Ce médicament aide à augmenter le poids et la fréquence des selles, réduit la douleur lors de la défécation en ramollissant les selles. Utilisé comme un laxatif populaire (**Reynolds et Martindale., 1993 ; Ashraf et al., 1995 ; Mcrorie et al., 1998**). En plus, le psyllium c'est une source importante des fibres qui nettoie l'intestin comme un goupillon et stimule le transit intestinal en favorisant l'action péristaltique des muscles (**Thompson et al., 1999; Stevens et al., 1988; Burton and Manninen, 1982**), une étude examinant l'utilisation de psyllium après une hémorroïdectomie a révélé qu'elle réduisait la douleur et le taux de ténésie et raccourcissait le séjour postopératoire à l'hôpital (**Kecmanovic et al., 2006**).

I.3.1.2. Diarrhée

Le psyllium présente de nombreux avantages pour les patients atteints du syndrome du côlon irritable et il a été rapporté qu'il inhibe les mouvements de masse du côlon induits par le lactulose en améliorant à la fois la constipation et la diarrhée. Le psyllium augmente probablement la viscosité des repas et retarde la vidange gastrique et réduit l'accélération du

transit colique, éventuellement en retardant la production de produits de fermentation gazeux (**Washington et al., 1998**). Une combinaison de psyllium et de calcium semble être une alternative bon marché et efficace au traitement conventionnel de la diarrhée chronique (**Qvitzau et al., 1988**). Le psyllium améliore la diarrhée induite par ETEC et empêche les réponses sécrétoires améliorées aux agonistes médiés par le calcium qui se produisent dans le jéjunum de personne infecté par ETEC (**Hayden et al., 1998**).

I.3.1.3. Cancer de côlon :

Les concentrations fécales de n-butyrate des patients atteints de cancer colorectal étaient inférieures à celles des témoins sains. Le psyllium a retardé le taux de fermentation de l'amidon de maïs à haute teneur en amylose dans le caecum et déplace le site de fermentation de l'amidon vers le côlon distal, entraînant une concentration plus élevée de n-butyrate dans le côlon distal et les fèces (**Morita et al., 1999**)

I.3.1.4. Réduction du cholestérol :

Hyperlipidémie, se référant à un trouble du métabolisme, se caractérise par une augmentation du cholestérol total, et les triglycérides et du cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL-C), et une diminution du cholestérol des lipoprotéines de haute densité (HDL-C) dans le sérum. Le cholestérol est un des principaux composants de la bile et par conséquent une augmentation de l'excrétion des sels biliaires entraîne une utilisation accrue du cholestérol pour la synthèse hépatique de la bile. Le psyllium est riche en fibres solubles, qui forment un gel visqueux qui se lie aux sels biliaires dans l'intestin et augmente leur excrétion avec les selles, entraînant la réduction du pool d'acides biliaires. Cette réduction amène les hépatocytes à compenser en stimulant l'expression des récepteurs LDL, qui favorise la conversion du cholestérol en acides biliaires. Lorsque la conversion est augmentée dans l'organisme, elle favorise la réduction des concentrations de cholestérol sanguin, contribuant à une réduction du risque de maladies cardiovasculaires associées aux personnes hypercholestérolémiques (**Morita et al., 1999**).

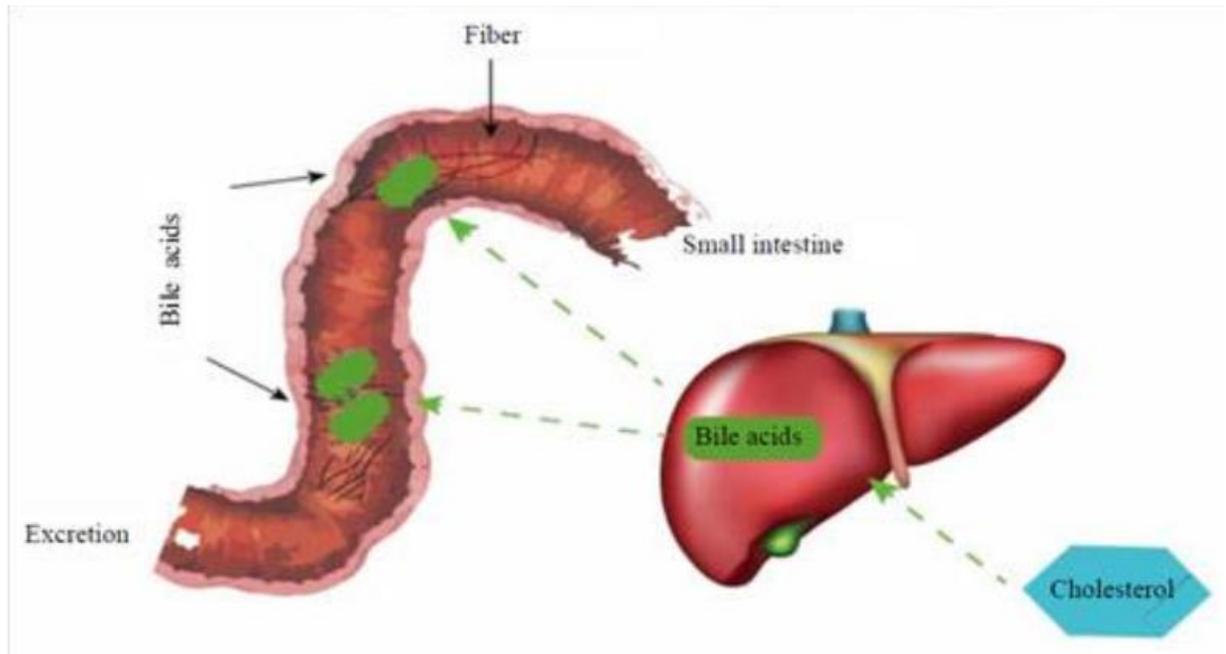


Figure 2 : mécanisme de l'effet hypocholestérolémiant de l'enveloppe de psyllium

I.3.1.5. Hypertension :

A l'échelle mondiale, la prévalence de l'hypertension devrait atteindre environ 1.6 milliard d'ici 2025 (ojha et al., 2022). Une pression artérielle élevée ou instable, à long terme peut entraîner une hypertrophie cardiaque et irréversible, entraînant un volume ventriculaire gauche plus important et conduisant finalement à une insuffisance cardiaque (zhou et al., 2015). Un essai clinique a montré que le groupe psyllium (10.5g par jour pendant 3 mois) présentait une amélioration significative de la concentration plasmatique de TG, et de la pression sanguine diastolique (DBP) (cicero.et al., 2007).

Des études animales antérieures ont rapporté que le psyllium a un effet antihypertenseur par l'inhibition de l'activité de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ACE). chez les rats présentant une hypertension spontanée de phase 1, l'extrait de psyllium (0.36g/kg), pourrait jouer des effets antihypertenseurs aigus, avec une diminution de la pression systolique de 31.5 mm Hg et une diminution de la pression diastolique de 18.5 mm Hg en un hour. Chez les rats spontanément hypertendus, l'extrait de psyllium (400mg/kg) a réduit l'hypertension artérielle systolique, diastolique et moyenne. (fu et al., 2019) (tong et al., 2019).

I.3.1.6. Hyper uricémie :

L'acide urique (UA) est le produit final du métabolisme purique qui est un facteur de risque bien connu de la goutte (**Meisinger et al., 2008**), et l'hyperuricémie asymptomatique conduisant un risque significativement accru de maladies cardiométaboliques. et a été rapporté que le niveau moyen d'acide urique était inférieur de 10% après l'administration de psyllium (**sierra et al., 2002**). Actuellement, plusieurs études ont montré que le psyllium exerce un effet réducteur d'UA par inhibition de la XOD. Ce dernier c'est un enzyme clé qui catalyse la xanthine en acide urique, ont démontré les effets inhibiteurs XOD de l'actéoside d'extrait de psyllium et du ¼ indole-3-carbaldéhyde, par la méthode des activités de blocage du signal de transfert d'électrons (TSA), suggérant que le psyllium était efficace pour inhiber les activités XOD afin de réduire hyperuricémie (**Zeng.et al., 2018**).

I.3.1.7. diabète :

Le psyllium forme un gel visqueux qui augmente la viscosité du chyme (liquide qui se trouve dans l'estomac), ce qui entraîne une diminution des interactions entre les enzymes digestives et les nutriments, et ralentissant la dégradation et l'absorption du glucose et d'autres nutriments, sont normalement absorbés tôt dans l'intestin grêle, mais ce retard entraîne une augmentation de l'apport de nutriments à l'iléon distal. Avec plus de nutriments délivrés à l'iléon distal, les cellules L muqueuses sont stimulées pour libérer plus de peptid-1-de type glucagon (GLP-1) dans la circulation sanguine, qui joue un rôle central dans la coordination de l'homéostasie postprandiale du glucose (**mcrorie et al., 2017**).

I. 3.1.8. Obésité :

Obésité c'est une épidémie mondiale, résulte d'un déséquilibre entre l'apport alimentaire et la dépense énergétique, qui conduit à une accumulation excessive de tissu adipeux (**Marcelin et al., 2019. Koliaki et al., 2019**). Les données provenant à la fois des humains et des animaux ont suggéré que le psyllium peut supprimer de manière significative l'appétit et l'apport énergétique qui peuvent contribuer à la perte de poids, comme mentionné précédemment, le taux de digestion et d'absorption est retardé en raison de la formation du gel de psyllium dans l'intestin grêle qui prolonge la satiété, retarde la faim, entraînant ainsi une diminution de l'apport énergétique et une perte de poids. De plus, comme il s'agit d'un aliment riche en fibres, le fait de la mâcher nécessite plus de temps, ce qui peut augmenter la satiété sensorielle et diminuer la taille de repas (**J. M. Brum et al., 2016**).

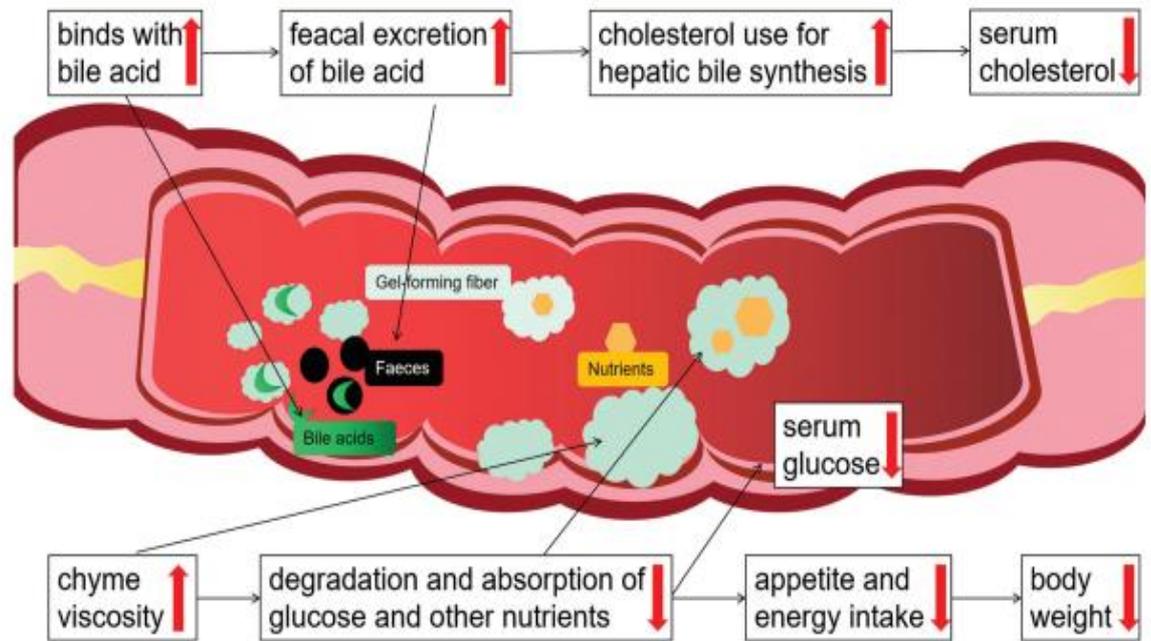


Figure 3 : les avantages du gel de psyllium dans intestin pour la santé

I.3.2. Industrie alimentaire :

La demande des consommateurs pour des aliments et les produits à faible teneur en matières grasses et la recherche de nouvelles sources de fibres alimentaires par de l'industrie alimentaire a augmenté. l'enveloppe de psyllium est un riche par les fibres alimentaire et est largement utilisée dans les industries alimentaire (**Dhingra et al., 2012**) (**Khaliq et al., 2015**) :

- ✚ Il est mélangé dans l'eau, souvent avec du sucre pour créer une boisson friche .il est mélangé avec des extraits de fruits comme l'eau de coco, le jus d'orange et de pruneaux.
- ✚ Le psyllium est utilisé comme ingrédient dans la fabrication du chocolat et des gelées.
- ✚ La gomme de psyllium a la capacité d'empêcher la cristallisation du sucre.
- ✚ Et aussi utilisé dans nombreux produits laitiers, comme stabilisateur de crème.
- ✚ Il fournit une structure crémeuse uniforme et lisse à la crème glacée et maintient cette structure pendant le cycle de décongélation de la glace.

Certains chercheurs ont ajouté de la cosse de psyllium dans des produits alimentaire telle que (les biscuits, les nouilles, la pizza, les pâtes et les gâteaux).

L'étendue de l'incorporation de fibres peuvent provoquer des changements désagréables dans la texture et la couleur des aliments, en particulier dans les produits de boulangerie et provoquant un assombrissement (Venkata Krishna et al., 2018).

I. 3.3. Application en comitologie :

Les effets adoucissants de l'acide lévulinique présent dans l'eau de psyllium en font le tonique anti-âge parfait pour obtenir une peau saine et sans imperfections. Boire de l'eau de psyllium vous rendra non seulement plus belle, mais favorisera également des cheveux doux et luxuriants.

Le foie aide à décomposer les graisses et à éliminer les toxines par la bile. L'eau de psyllium avec du miel est un agent nettoyant louable qui élimine ces toxines de votre corps (Dr. Zeeshan Qaiser,).

I.4. culture de l'isabgol médical (*Plantago ovata*) :

Graines de *P.ovata* est cultivé dans une région aride et semi-aride. Et Un sol limoneux sableux à limoneux et Préparation du sol et semis - semis direct .la terre doit être labourée et nivelée avant le semis de la culture (Anonymous., 2015), les graines d'isabgol ont été semées à faible profondeur (environ 1 cm de profondeur) dans un sol humide bien préparé Selon les conditions climatiques (Dagar et al., 2006), et sont semées entre fin octobre et demi décembre, lorsque la température diurne varie entre 18 et 26°C. Un semis tardif (en décembre) raccourcit la période nécessaire à la pleine croissance et met en danger la plante avec les pluies printanières qui provoquent l'égrenage, En Inde, *P.ovata* est cultivé comme culture d'hiver de 120–130 jours (Mehta et al., 1976).

🚦 Âge des graines et impact de ce caractère :

Plusieurs auteurs ont indiqué que les graines avaient été récoltées au cours de la même année (Harvey.1989; Maathuis. 1990; Rozema et al., 1992; Forbes et al., 1996) ou dans les deux ou trois années précédentes (Gagnaire et al., 1975; Flanagan et Jefferies., 1989)

En 1992, Blom rapporte les résultats d'une étude menée sur l'influence de l'âge des graines (de 0 à 6 ans) sur la germination de cinq espèces de *Plantago* (*P. coronopus L.*, *P. lanceolata*, *P. major*, *P. maritima* et *P. media*). Pour *P. maritima*, l'âge des graines n'a

pas modifié la capacité à germer. Pour les quatre autres espèces, le taux de germination des graines récoltées plus tard était significativement inférieur à celui des graines récoltées plus tôt, c'est-à-dire à un ou deux ans. Contrairement aux graines de *P. lanceolata*, la germination des autres espèces diminue après quatre ou cinq ans. Cette recherche démontre que l'utilisation de graines âgées d'un à quatre ans du genre *Plantago* augmente la capacité de germination. En étudiant les conditions de stockage de différentes populations de *P. albicans* L. (Maroc et Tunis), et observé que les graines de ces populations maintenues à l'obscurité pendant une période de trois ans conservaient la même capacité à germer (**Puech et al., 1998**).

✚ Traitements pré-germinatifs des graines

Le plus souvent, les graines ont été utilisées directement pour la germination. Rarement, les graines ont été traitées avec de l'acide gibbérellique afin d'aider à briser la dormance (**Horner & Bell, 1995**). Il a également été constaté que KNO_3 était efficace pour stimuler *P. major* dans des conditions de lumière non optimales (**Pons, 1992**). (**McNeil et Duran 1992**) ont également étudié l'effet de KNO_3 . De plus, **Sagar et Harper (1960)** et plus tard **Blom (1992)** ont trouvé l'utilité de pré refroidir les graines de *P. major* à 5°C pendant sept à quatorze jours. Ce prétraitement a notablement augmenté la germination de cette espèce, contrairement à *P. lanceolata* ou *P. media*. **Pons (1992)** a constaté que la stratification à froid des graines de *P. lanceolata* et de *P. major* favorisait la germination des deux espèces. Malgré des résultats prometteurs, ces deux prétraitements ont été principalement utilisés pour les études de dormance et de germination des graines de *Plantago*.

I. 5. Conditions de culture

I.5.1. Nitrogène

Une expérience en pot a été menée dans une serre à température contrôlée par culture des graines de psyllium (*Plantago ovata*) en Iran. L'expérience consistait en une combinaison factorielle complètement aléatoire de quatre niveaux d'apport de N comprenant le contrôle, 60, 120 et 180 mg de N par kg de sol et quatre apports en eau du sol comprenant 40, 60, 80 et 100% de capacité en eau sur le terrain, chaque combinaison de traitement a été répliquée quatre fois. L'arrosage et les traitements à l'azote ont débuté après l'établissement des semis. Pour éviter la perte rapide de N, la solution d'azote a été appliquée en deux au stade 3-4 feuilles et au stade floraison sous forme de solutions NH_4/ NO_3 . Tous les pots et en ré-arrosant avec de l'eau

distillée tous les deux jours à 18h00, L'expérience s'est terminée le 6 juillet 2010. Dix graines ont été semées dans chaque pot (30 cm de haut et 25 cm de diamètre) contenant 7 kg d'un sol limonosableux .Une semaine après le semis, un éclaircissage a été effectué à quatre plants par pot. La température était de 30°C/20°C jour/nuit.

Les résultats de cette expérience suggèrent qu'un apport appréciable en N pourrait améliorer l'adaptabilité de l'isabgol à des conditions sèches en obtenant de meilleurs caractères de croissance, en augmentant la production de biomasse et augmentant le rendement en grains. Ainsi, un apport approprié ou faible en N a été recommandé pour la plantation d'isabgol, mais un apport excessif en N doit être évité. De plus, il semble que la sécheresse se soit révélée être un facteur de stress plus important que les dépôts uniques d'azote dans la production d'isabgol (**Rahimi et al., 2013**).

I.5.2. Salinité :

Pour cette étude, il a été sélectionné *P.coronopus*, une plante connue pour être au mois transitoirement tolérante au sel. Les graines de *P. coronopus* ont été lavées pendant plusieurs minutes avec de l'eau chaude du robinet et imbibées pendant 1 jour dans l'obscurité (25 °C) dans une solution aérée de 0,2 mol/m³ de CaSO₄. Les graines ont ensuite été transférées sur une boîte de Pétri avec du papier humide (0,2 mol /m³ CaSO₄) pour la germination dans une armoire de croissance sombre à 25 °C. Sept à 14 jours après la germination, les plantes ont été mises en pot dans du sol. Après 2 semaines supplémentaires, les jeunes plants ont été transplantés dans un système de contrôle rapide de culture (**Koyro .2003**). Les plantes ont été irriguées avec une solution nutritive dans des conditions photopériodiques (16 h de lumière/8 h d'obscurité) dans une serre à environnement contrôlé. Les températures étaient de 25 ± 2 °C le jour et de 15 ± 2 °C la nuit. L'addition progressive de NaCl à la solution nutritive de base a commencé après une période de 2 semaines supplémentaires en augmentant la salinité de la solution par paliers de 50 mol/m³ de Na Cl chaque jour. Il y avait en tout cinq traitements : Témoin, 125, 250, 375 et 500 mol/m³ Na Cl (équivalent à 0, 25, 50, 75 et 100 % de salinité de l'eau de mer). Le traitement de salinité le plus élevé a été atteint après 9 jours. Le système de vérification rapide a été programmé par une minuterie pour arroser les plantes toutes les 4 h pendant 30 min à partir de minuit, 4 h, 8 h, 12 h, 16 h et 20 h tous les jours et permettre aux solutions salines de s'écouler librement des pots. Les solutions ont été recyclées et changées toutes les 2 semaines pour éviter l'épuisement des nutriments. L'expérience a été réalisée sur une durée totale de 6 semaines (**Koyro, 2006**).

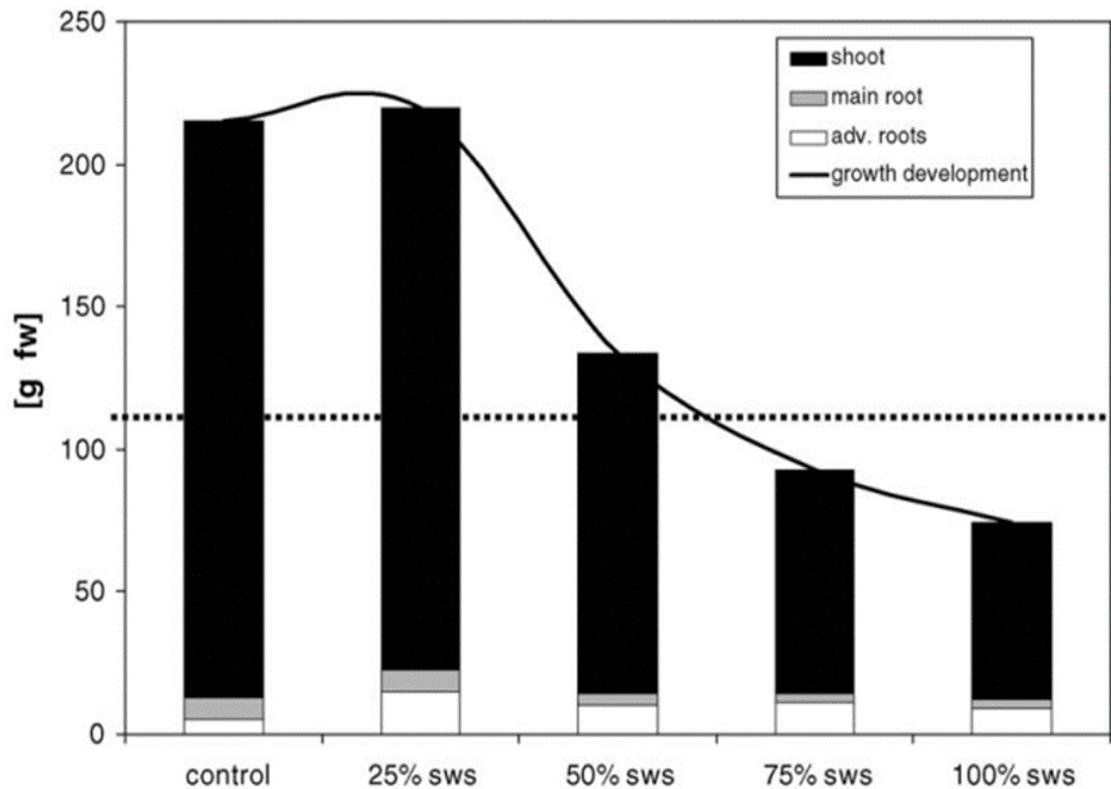


Figure 4 : Graphe de Données de croissance de plantes *P. coronopus* traitées à différents niveaux de sel

Poids frais des pousses (barres noires), des racines principales (barres grises) et des racines adventives (barres blanches). Le croisement des lignes pointillées et noires reflète la salinité du NaCl où la dépression de croissance tombe à 50 % de la plante témoin (valeur C50). (Koyro, 2006).

Le seuil de salinité de *P. coronopus* a été atteint à 25% sws et la croissance a été fortement déprimée par des salinités plus élevées. De plus, les propriétés d'échange de gaz telles que la photosynthèse nette et l'efficacité de l'utilisation de l'eau ont été fortement affectées par les conditions NaCl-saline et cela était lié à la conductance stomatique. Le rendement quantique apparent et la respiration noire ont diminué, ce qui peut refléter une augmentation relative des processus alternatifs de consommation d'électrons. Il y avait également une augmentation du rapport caroténoïde/chlorophylle conduisant à une réduction du flux d'électrons à travers les photosystèmes (diminution de l'efficacité photosynthétique) diminuant d'autant le risque de photo inhibition. *P. coronopus* termine son cycle de vie à des concentrations élevées de sel. Mais n'a pas montré d'augmentation de la croissance en présence d'eau de mer. Donc c'est une plante halophyte.

Et pour *P. ovata*, La meilleure méthode de semis dans des conditions d'irrigation saline consiste à placer ses graines à faible profondeur en rangées dans des conditions de sol sec suivies d'une légère irrigation. Les eaux hautement salines peuvent être utilisées en toute sécurité avec une irrigation alternative ayant des eaux peu salines dans les zones semi-arides (**Koyro, 2006**).

I.5.3. La lumière

La lumière est un facteur majeur pour les conditions de croissance des cultures (**Kozai et al., 1997**). Il existe, en fait, trois paramètres associés à la lumière comme la, la photopériode, et l'effet de la couleur et de l'intensité de la lumière

✚ La photopériode

George (1993) a souligné qu'une exposition prolongée à la lumière du jour avait le même type d'effet sur les cultures de tissus végétaux qu'une exposition à la lumière rouge. Une exposition prolongée à la lumière du jour (par exemple pendant de longues journées d'été) conduit à une teneur en auxine plus élevée dans la plante qu'une exposition réduite à la lumière du jour (journées courtes). La photopériode et l'irradiation influencent à la fois la floraison de la plante et la croissance des organes végétatifs. Pour une même espèce végétale, différentes photopériodes spécifiques peuvent être utilisées pour favoriser la pousse, l'enracinement ou la floraison (**Georges .1993**). Dans les serres, l'apport de lumière dépend généralement de la saison et plus précisément du coût total d'entretien (**Favreau .1980**).

✚ L'effet de couleur et de l'intensité :

Un essai est fait pour élucider l'effet d'une exposition prolongée des graines en germination de *P.major* à la lumière rouge, bleue et blanche à différentes intensités. Il ressort clairement que l'augmentation de l'intensité de toute couleur de lumière a entraîné l'augmentation du pourcentage de germination des graines de *P .major* (**Malaket al., 1967**).

Le pourcentage de germination au feu rouge occupait toujours la position la plus élevée à toutes les intensités. La lumière blanche a donné des résultats intermédiaires entre ceux du rouge et du bleu sauf à l'intensité la plus élevée de 10 000 erg(cm²) sec où elle a entraîné le pourcentage de germination le plus faible à cette intensité, la lumière bleu a donné des résultats qui étaient toujours les plus bas sauf à l'intensité la plus élevée où son

effet était plus promoteur que celui de la lumière blanche .et la plus haute intensité (10 000 erg/cm² sec) est inhibiteur de la germination de ces graines (Malaket al., 1967).

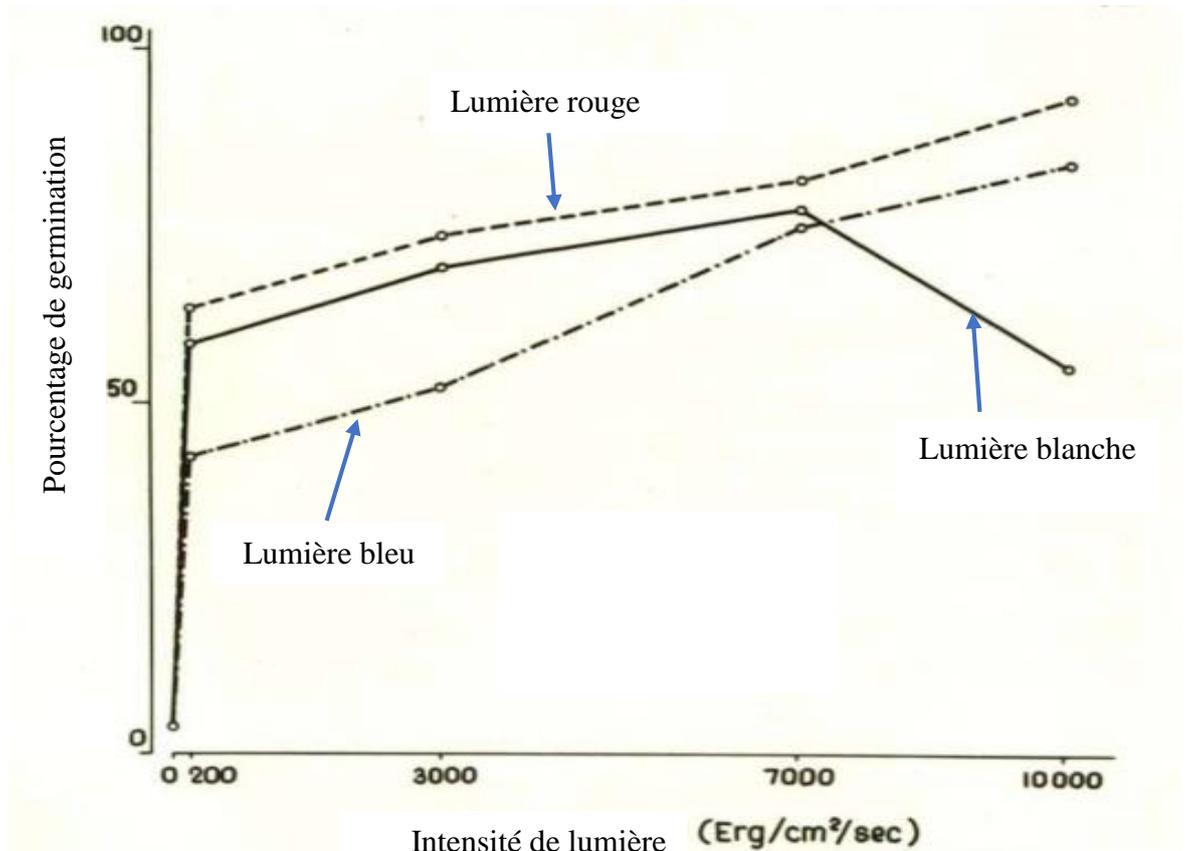


Figure 5 : Graphe de l'effet des couleurs de lumière blanche, rouge et bleu à différentes intensités sur la germination des graines de *P. major*.

I.5.4. La température :

Dans la plupart des cas, les températures de semis ou de croissance des semis variaient de 15 °C à 25 °C avec des fluctuations quotidiennes occasionnelles. Des températures plus élevées, soit 27 °C ou 25 °C et 36 °C Miao & Bazzaz (1990) ont également été rapportées, respectivement. Différents auteurs Sagar & Harper (1960) ; Blom (1992) ont démontré que le pourcentage de germination des graines de *P. media* et *P. major* augmentait de manière spectaculaire de 15 °C à la température optimale de 25 °C.

Les températures de 15 °C à 25 °C utilisées pour les études de *Plantago* sont fréquentes dans les chambres de culture ou dans les serres et dépendent des espèces (Favreau .1980 ; Bouterin & Bron .1989 ; Boccon-Gibod .1989). Mais afin d'améliorer la croissance des plantes, les températures de culture *in vitro* sont souvent plus élevées que les températures naturelles sur le terrain. Pour les cultures *in vitro* conduites en chambre de

culture, les températures mentionnées pour les cultures de plantes, d'organes ou de tissus sont fréquemment les mêmes mais pour certaines espèces végétales les températures optimales ont été déterminées en fonction du type de culture (**George, 1993**).

I.5.5. Effet des engrais bio et organique sur *P. afra* L :

En Égypte, au cours des deux saisons consécutives 2003/2004 et 2004/2005, pour étudier l'effet de trois engrais organiques (FYM, volaille et compost commercial) et trois biofertilisants (*Azotobacter chroococum*, levure et EM) sur *P.afra* (**Mona.2006**).

En général, les résultats ont révélé que tous les biofertilisants testés amélioraient nettement les effets des engrais organiques sur la croissance des plantes, le rendement, les constituants et les caractères de l'huile, car les valeurs obtenues dépassaient celles des engrais organiques uniquement. Ces augmentations étaient significatives dans la plupart des cas aux deux saisons. De tels résultats seraient raisonnables puisqu'il a été suggéré que les biofertilisants favorisent le taux d'évolution du Co₂, ce qui est efficace pour améliorer la photosynthèse nette et augmenter la production de substances de croissance des plantes, ainsi que d'ajouter que les biofertilisants favorisant la régénération racinaire sont des amendements appropriés pour améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (**Mona, 2006**).

I.5.6. Effet de la pluie sur les graines de *P. ovata*

En 2020 et 2021, quatre variétés de *P. ovata*, V1, V9, V11 et V12 récoltées avant et après 26 mm de pluie et validé nos principaux constats la saison suivante. Colorimétrie ont montré que l'événement de pluie rendait les graines plus foncées et plus vertes, peut-être oxydation des pigments et croissance microbienne. Profilage du sucre, tests d'absorption d'eau et oxydation des pigments et croissance microbienne. Profilage du sucre, tests d'absorption d'eau et la microscopie a montré que l'hydratation prématurée de l'enveloppe dans les échantillons endommagés par la pluie a causé la perte des composants de mucilage les plus solubles et une augmentation des non-mucilages contaminants, entraînant une réduction de la capacité d'absorption d'eau des graines, ce qui est un indicateur clé de la fonctionnalité de l'enveloppe de psyllium. La germination était également diminuée sous la pluie graines affectées (**James et al., 2022**).

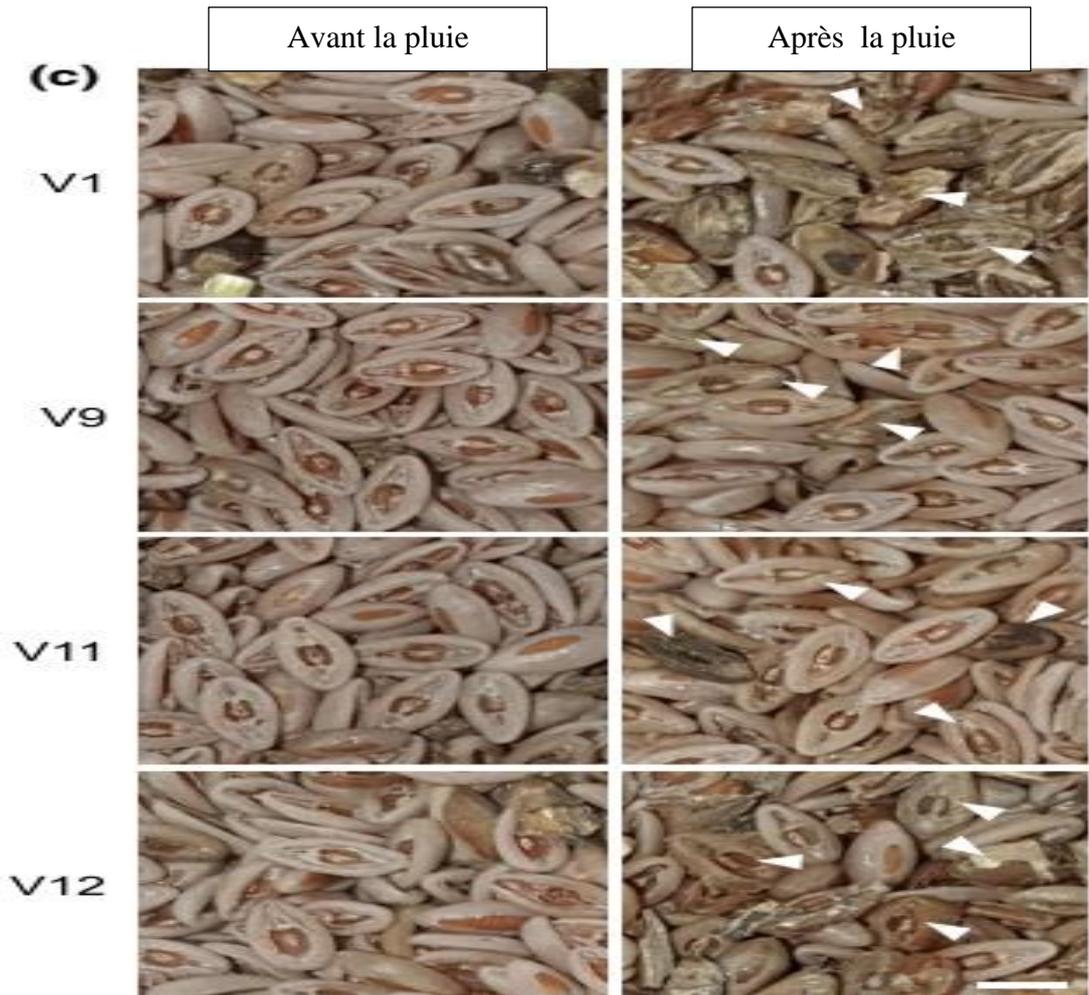


Figure 6 : Macro aspect des échantillons de graines récoltés avant et après 26 mm de pluie. Les pointes de flèche indiquent les graines qui sont décolorées, texturées et/ou noircies. Barre d'échelle = 2 mm et s'applique à tous les panneaux d'image

I. 5.7. L'humidité :

Les graines de psyllium de trois variétés différentes, à savoir VI-1, GI-3 et HI-5 t. Les graines ont été nettoyées manuellement à travers des tamis et toutes les impuretés, c'est-à-dire la poussière, les pierres et les paillettes, ont été éliminées pour obtenir les graines nettoyées souhaitées. Les graines nettoyées ont été soumises à différents teneurs en humidité à 6,38%, 13,63% et 21,95% en base sèche, respectivement (**Nirav et Mukesh, 2022**).

✚ La taille des graines :

Une augmentation de la taille a été observée en raison de l'absorbance de l'humidité qui a entraîné un gonflement des graines de psyllium et une augmentation des dimensions axiales (**Hashemifesharaki 2021**).

✚ Poids de mille graines :

L'augmentation de l'humidité a conduit à une augmentation significative du poids de mille graines parmi les trois variétés. Cela aurait pu se produire en raison de l'absorption d'humidité dans l'enveloppe des graines de psyllium, ce qui a entraîné une augmentation du poids (Nirav et Mukesh, 2022).

✚ Porosité :

L'effet de la teneur en humidité sur la porosité s'est avéré négligeable Il y avait une très légère diminution de la porosité dans les trois variétés à mesure que la teneur en humidité progressait. Les vides intercellulaires des graines remplis d'humidité et l'expansion volumétrique accrue pourraient être la raison de la diminution de la porosité (Hashemifesharaki 2021).

I.6. Economique de psyllium

En raison de l'application médicinale et pharmaceutique de psyllium, il a maintenant une valeur élevée de la demande du marché (Khaliq et al., 2015). A première fois qu'il a été mis en culture de *P. ovata* dans les régions de Pakistan (Multan et Lahour) (Dhar et al., 2005). Dans l'Inde est cultivé à grande échelle dans le nord du Gujarat sur environ 144000 Ha de terres, avec un rendement de 720 kg/ha (Shah.1981). Les principales zones de culture comprennent les districts de Banaskantha et de Mehsana. Dernièrement, la culture a également été initiée dans quelques autres zones situées dans des états voisins du Gujarat et aussi l'espèce est originaire d'Asie occidentale (Virmani et al., 1980 ; Mathur et al., 1990). Il est distribué dans les îles canaries, dans le sud de l'Espagne, au Moyen-Orient, ainsi que dans la partie sud de l'Asie soviétique et centrale (Stebbins et al., 1967), cette espèce est indigène de la région méditerranéenne et de l'Asie occidentale et il Ya des efforts ont également été fait pour cultiver cette espèce aux États-Unis (Singh et Virmani, 1982).

Actuellement, l'Inde est le plus grand producteur et le principal fournisseur de graines et d'enveloppes de psyllium sur le marché mondial. et les États-Unis sont le principal importateur des graines et d'enveloppes d'isabgol et consomment chaque année 8000 tonne métrique, ce qui indique la valeur marchande de cette culture dans le monde entier (Venkata et al., 2018).

Dans l'année 1997 à 1999, les exportations d'enveloppes de psyllium valaient 1425,09 ; 1183,89 ; 1134,38 million (U\$§ 29,32 ; 24,34 ; 23.34 millions) .Au cours de la même période, les exportations des graines valaient : 163,37 ; 189,86 et 139 ,87 millions (**Gol. 1997–1999**). et au cours de période 2002-2003, l'Inde a exporté 25 583 tonne d'enveloppes d'une valeur de 2,5 milliards INR (1USD = 44 INR) et 404 tonnes de graines d'une valeur de 2millions INR (**Maiti et Geetha .2004**). Aussi au cours de l'année 2011-2012, la récolte a exporté 29343 tonnes, et elle est passée à 32325 tonnes au cours de l'année. L'exportation d'isabgol par année est illustrée dans le graphique ci-dessous (**Bikaner, 2019**) :

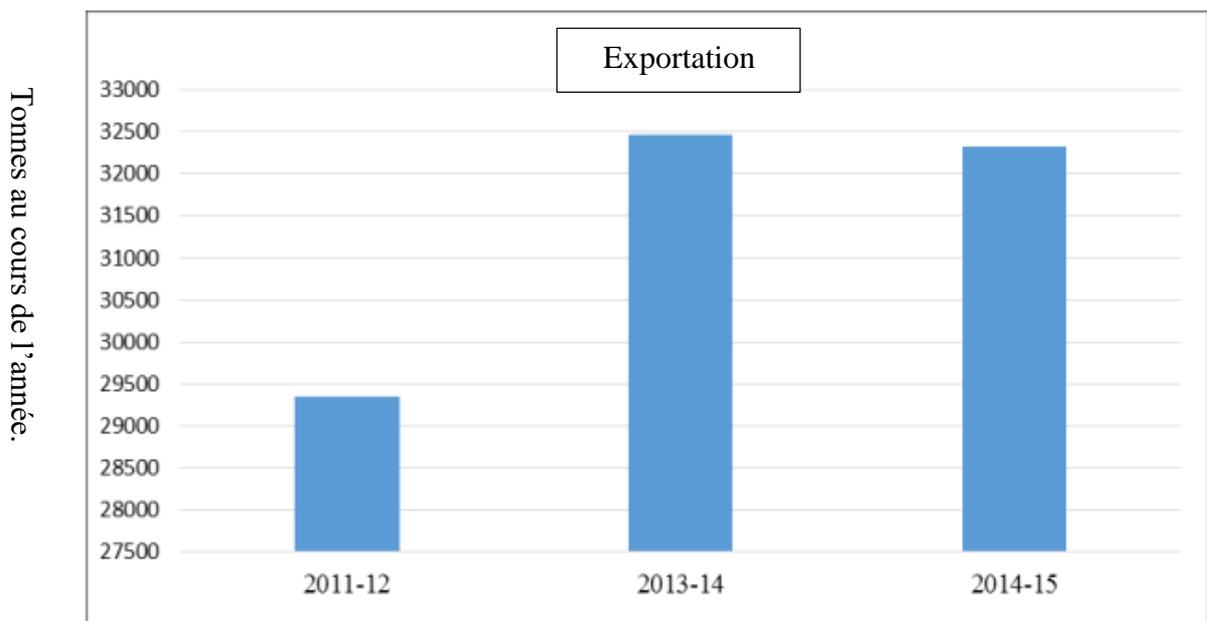


Figure 7 : Graphe d'isabgol exporté par année de puis l'Inde

I.7. Production de psyllium :

L'enveloppe et la poudre de psyllium sont produites par un certain nombre de méthodes (**Khaliq et al, 2015**) :

- ✚ Grâce à une série de procédures mécaniques, les semences brutes sont nettoyées.
- ✚ Les procédures de décorticage commencent après le nettoyage des graines dans les chambres de nettoyage et de pré nettoyage. Des moulins à émeri sont utilisés pour casser la graine et la coque est séparée en circuit fermé à l'aide d'un système d'aspiration pneumatique automatique.

- ✚ Ensuite, une légère pression mécanique est appliquée pour séparer l'enveloppe des graines de psyllium des graines restantes. Entre les rouleaux et les plaques en rotation, les graines sont écrasées.
- ✚ Après avoir séparé l'enveloppe des parties restantes de la graine, le mélange est tamisé pour purifier l'enveloppe de psyllium.
- ✚ Les graines de psyllium sont broyées intactes pour produire un rendement élevé d'enveloppe de graines de psyllium de haute qual

Chapitre 02 :
Plantago ciliata
et polysaccharides

I.1. Plantago ciliata

I. 1.1. Description de *Plantago ciliata*

P. ciliata connu sous le nom de Lalma ou cadeau du négre (**Djeridane, 2008**), c'est une plante herbacée de petite taille apparaisse chaque année ne dépassent pas 15 cm, de couleur grise. Elle a des nombreuses feuilles (**Benchelah et al., 2000**). Pousant en rosette à la base de la plante. Les fleurs naissant de cette rosette, petite et verdâtre, en épis cylindrique très laineuse porté par des hampes plus courtes que les feuille (**Ozenda, 2004**).

I.1.2. Répartition géographique

P. ciliata, c'est commun dans tout le Sahara septentrional et central (espèce saharo-arabique) **Ozenda (2004)**, et fréquente au Tassili ou appelée annadam (**Quézel et Santa, (1963)**), Elle est très abondante dans les régions des pieds sableuse et gravillonnaires, dans les dépressions et lits d'oued (**Quézel et Santa, 1963 ; Benchelah et al., 2000 ; Brown, 2013**)

I.1.3. Position systématique

La position systématique de *Plantago ciliata* selon **Ozenda (2004)**, est la suivante:

Embranchement : Spermaphyte

S/embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Ordre : Lamiales

Famille : Plantaginaceae

Genre : *Plantago*

Espèce : *Plantago ciliata*

I.2. Polysaccharide des *Plantago*

Les polysaccharides sont les principes actifs majoritaires des graines des *Plantago* (Samuelsen, 2000), souvent décrits comme des hétéroxylanes (Fons *et al.*, 2008). L'hétéroxylane isolé des graines de *P. major* L. est composé d'un squelette de β -(1,4)-D-Xylp ramifié par des monosaccharides et des chaînes latérales courtes en position O-2 et O-3 à savoir : β -D-Xylp, α -L-Araf, α -L-Araf-(1,3)- β -D-Xylp, α -D-GlcpA-(1,3)- α -L-Araf et D-GalpA. Ce polymère présente une activité anti-complémentaire puissante de 90% à une concentration de 750 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ (Samuelsen *et al.*, 1999b), et un potentiel anti-diarrhéique et anti-coagulant (Ling *et al.*, 2009 ; Lim, 2013 ; Lim, 2014 ; Behbahani *et al.*, 2017). Le mucilage extrait à partir des graines de *P. ovata* est décrit comme un arabinoxylane hautement ramifié (Saghir *et al.*, 2008 ; Craeyveld *et al.*, 2009 ; Pawar et Varkhade, 2014), constitué d'une chaîne principale de xylane liée en β -(1,4) qui pourrait probablement être ramifiée par diverses chaînes latérales, *i.e.* D-GalpA- α -(1,3)-L-Araf- β -(1,4)-D-Xylp et L-Araf- α -(1,3)-D-Xylp- β -(1,4)-D-Xylp (Edwards *et al.*, 2003). Cette fraction mucilagineuse est capable de former un gel faible. Elle possède ainsi un pouvoir hypocholestérolémiant et hypoglycémiant (Haque *et al.*, 1993 ; Craeyveld *et al.*, 2009 ; Pawar et Varkhade, 2014). L'arabinoxylane issu des graines de *P. asiatica* est constitué d'une chaîne principale de β -(1,4)-D-Xylp contenant des résidus de β -D-Xylp liés en (1,2,4) et (1,3,4). Ce polysaccharide présente un comportement pseudoplastique et un pouvoir gélifiant faible (Yin *et al.*, 2016). Il pourrait ainsi induire la maturation des cellules dendritiques de murines (Huang *et al.*, 2009 ; Hu *et al.*, 2013b). Une étude récente a permis de caractériser un hétéroxylane à partir des graines de *P. notata* dans la région de Ghardaïa. Cette investigation a mis en évidence la variation structurelle de l'hétéroxylane de *P. notata*. Le squelette de xylane comporte une alternance des liaisons β -(1,3)/ β -(1,4)-D-Xylp, substitués en C2 et C3 par des chaînes latérales d'oses neutres et de monosaccharides terminaux tels que α -L-Araf-(1,3)- β -D-Xylp, β -D-Xylp-(1,2)- β -D-Xylp, T-Xylp ou T-Araf. Le polysaccharide de *P. notata* possède une masse molaire de $2,3 \times 10^6$ Da et présente des propriétés rhéofluidifiantes (Benaoun *et al.*, 2

I.3. Activités biologiques des polysaccharides

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

I.3.1. Activité anti complément

Le système du complément constitue un ensemble de protéines plasmatiques présentes normalement dans le sang sous leurs formes inactives et constituant l'immunité non spécifique du corps. Il stimule l'inflammation et l'opsonisation, facilite la phagocytose et lyse certaines cellules. Il comprend les protéines C1 à C9, les facteurs B, D et P ainsi que quelques protéines régulatrices. La protéine centrale de la cascade d'activation protéique est la protéine C3 et peut être activée de deux façons **(Blondin et al., 1996)**.

L'activation peut être, entre autres, initiée par des lipopolysaccharides bactériens et des environnements pauvres en acide sialique (voie alterne), ou par des complexes immuns antigène-anticorps contenant des IgM ou des IgG (voie classique). La liaison de lectines liant le mannose présent sur des surfaces microbiennes est également une voie d'activation du complément (voie lectine) **(Samuelson et al., 1999a)**.

L'activation du complément est inhibée par de nombreuses protéines de régulation hydrosolubles ou liées aux membranes ainsi que par certains polysaccharides. A titre d'exemple, l'héparine est un polysaccharide bien connu pour ses activités anti-coagulant et anti-complément fortement dépendantes de la localisation et du taux de ses groupes sulfates. L'héparine inhibe la fixation membranaire de la protéine C-3 du complément et l'hémolyse lorsque la voie classique de complément est activée par des anticorps anti-hématies. Pour atteindre la concentration nécessaire à l'inhibition de complément de manière significative, l'héparine induit des effets secondaires indésirables associés à ses activités anti-coagulantes **(Xu et al., 2007)**.

De nombreux agents d'origine naturelle ont bloqué efficacement l'activation du complément. Ce qui ouvre de grandes perspectives pour le développement de nouveaux médicaments anti-

Complémentaires non toxiques et à faible coût à partir de ressources végétales abondantes. Les agents anti-complémentaires les mieux décrits sont les polysaccharides (Lee, et al. 2003; Zhang, et al. 1997).

I.3.2. Activité anti tumorale et anti cancéreuse

Le cancer est un problème universel de santé majeur et l'une des principales causes de décès dans le monde (Bao et al., 2013). C'est une maladie multifactorielle complexe typiquement caractérisée par une croissance incontrôlée de cellules transformées (Wang et al., 2014), qui tendent à envahir les tissus environnants et à métastaser vers d'autres tissus et organes (Zong et al., 2012). Cette pathologie est décrite comme un ensemble hétérogène de cellules qui se développent dans des microenvironnements tumoraux dont l'écologie est complexe. La progression rapide des cancers humains, est liée à l'évasion des mécanismes de surveillance immunitaire de l'organisme par les cellules tumorales ainsi que par la sécrétion de facteurs immunosuppresseurs qui modifient la réponse immunitaire de l'hôte (Joseph et al., 2014). Les traitements anticancéreux classiques, comme la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie, montrent leurs limites en raison de mauvais pronostics et d'effets secondaires graves.

Cependant, presque tous les médicaments de chimiothérapie actuellement sur le marché provoquent des effets secondaires plus ou moins graves. Dans ce contexte, plusieurs études ont montré que certains polysaccharides et complexes polysaccharides-protéines, possèdent des activités anti-cancéreuses ou peuvent accroître l'efficacité des traitements de chimiothérapie classique. Sur la base de ces observations de nombreux travaux se sont focalisés sur l'identification de ces polysaccharides anti-tumoraux (Zong et al., 2012). Sont souvent de type β -glucanes contenant majoritairement des liaisons osidiques de type (1→6), présentent moins d'activité. Et type β -(1→3)-glucanes variablement ramifiés en β -(1→6) par des résidus glucose. Les Certains auteurs expliquent ce phénomène par la plus grande flexibilité de ces glucanes. A noter que les polysaccharides antitumoraux peuvent avoir d'autres structures de type hétéro- β -glucanes, hétéroglucane, β -glucane-protéine, α -manno- β -glucane, α -glucaneprotéine et des complexes hétéroglycane-protéine (Zhang et al., 2007).

I.3.3. Activité anti inflammatoire

L'inflammation est la première réponse montrée par le système immunitaire pour se défendre contre toute attaque de bactéries ou de virus. L'inflammation est responsable de la moitié de la charge mondiale de morbidité. Il se caractérise principalement par la douleur, la chaleur, le gonflement et les rougeurs. Les causes de l'inflammation peuvent être attribuées à des facteurs

tels que l'irradiation ultraviolette, l'invasion microbienne, les réactions immunitaires et les dommages physiques (**Rehman et al., 2019**).

Les polysaccharides naturels ont été largement utilisés dans les nanomatériaux pour contrôler la pathologie inflammatoire, et leur activité anti-inflammatoire a été testée expérimentalement. L'effet anti-inflammatoire des polysaccharides peut passer par l'un de ces mécanismes, tels que, L'activité anti-inflammatoire des polysaccharides de la médecine traditionnelle chinoise est principalement due à l'inhibition de l'expression des chimiokines et des facteurs d'adhésion, ainsi qu'aux activités des enzymes clés du processus inflammatoire. D'autres polysaccharides ont des effets inhibiteurs sur les médiateurs liés à l'inflammation tels que les cytokines (IL-1b, IL-6, TNF-a) et NO (Oxyde Nitrique), et pour réduire l'infiltration des cellules inflammatoires, les polysaccharides sulfatés dérivés d'algues présentent des effets anti-inflammatoires en interférant avec la migration des leucocytes vers les sites d'inflammation (**Rioux, 2010**).

Partie II :
Méthodologie de
travail

II.1. Lieu et zone d'étude

II.1.1.Lieu et durée de l'étude

Ce travail a été entièrement réalisé au niveau de l'université Kasdi Merbah Ouargla (nouveau pôle universitaire), précisément dans le Plateau Technique en Analyses Physico-chimiques (PTAPC), Ce plateau est une institution à caractère particulier principalement destiné à la recherche de nouvelles méthodes d'analyses physiques et chimiques ainsi qu'à l'élaboration de nouveaux protocoles chimiques de synthèse et d'application, le centre est également invité à se spécialiser dans les analyses les plus complexes qui nécessitent les derniers équipements technologiques. Cette étude a été effectuée durant la période du 15 Mars 2022 au 20 mai 2023. Ce travail a pour objectif de caractérisation physicochimique et biologique de psyllium issu de *Plantago ciliata* récolté de la région de Zelfana.

II.1.2.Présentation de la zone d'étude

Zelfana est une commune de la wilaya de Ghardaïa en Algérie, située à 67 km à l'Est de Ghardaïa. La commune est située au Nord de la wilaya de Ghardaïa ; sa superficie de la commune est de 2 220 km². Nagoussate c'est une région située à 7 km de Zelfana (entre zelfana et guerara) à un climat désertique chaud, avec des étés très chauds et des hivers doux, et très peu de précipitations (**Hamel et al., 2022**).

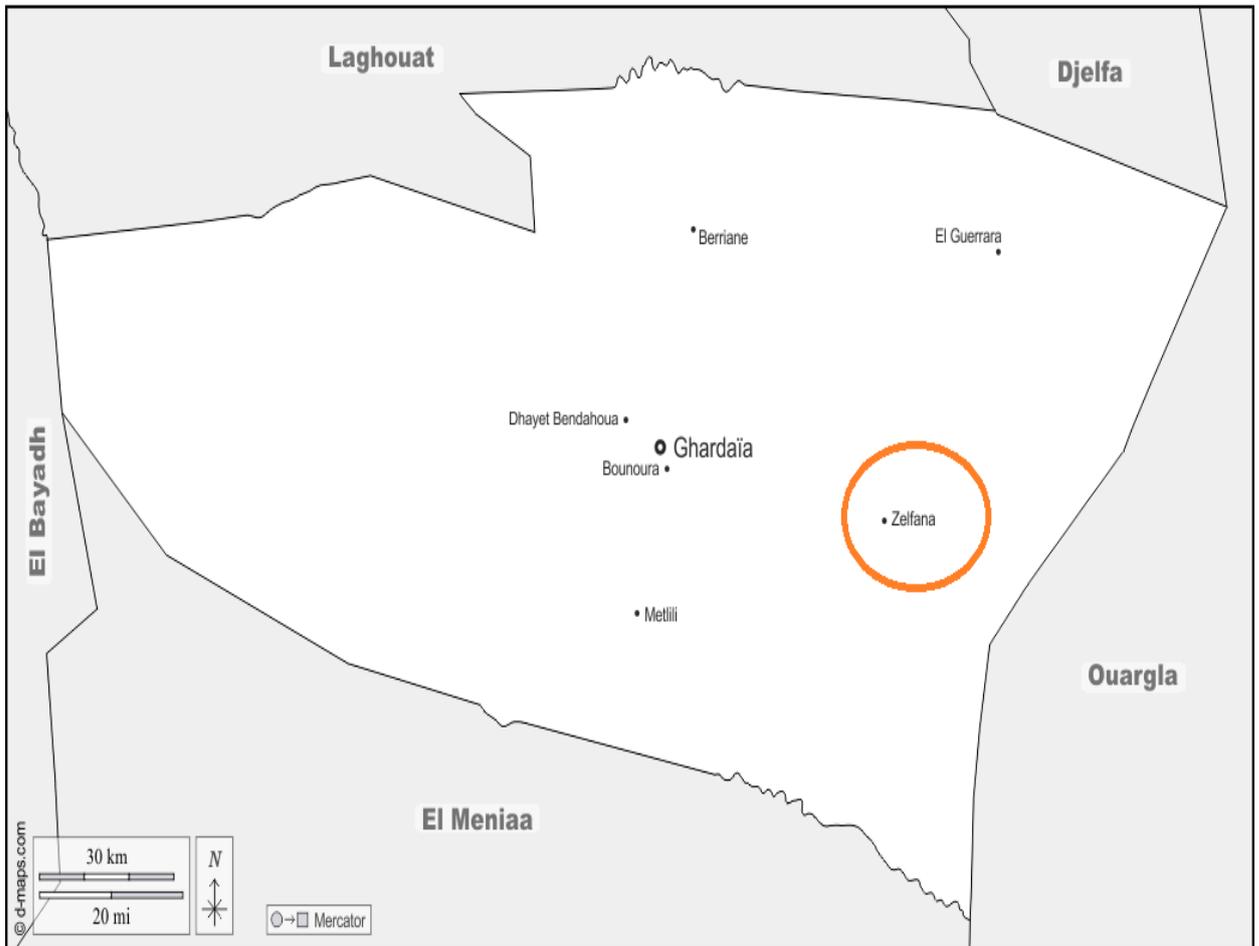


Figure 8 : Situation géographique de la zone d'étude Zelfana

II.2. matériel d'étude

Le matériel d'étude regroupe l'appareillage, les produits chimiques, ainsi que le matériel biologique.

II.2.1. Matériel non biologique

II.2.1.1.- Appareils et instruments

L'origine et le type des appareils et des instruments utilisés au cours de l'expérimentation sont illustrés dans le tableau

Partie II : Méthodologie de travail

Tableau 1 : les appareils principaux utilisés au cours de l'expérimentation

Appareil	Fournisseur	Type	Lieu de fabrication
Balance	Ohaus	Discovery dv 215cd ohaus.	Usa
Etuve	MELAG	MELAG815.220V,50HZ,12.3A,2700w	GERMANY
Hotte	TEL STAR	TELSTAR AV-100.MODELE50/60 HZ,0.6KW	SPAIN
Micropipette	Socorex	Acura 821. 200-1000µl	Swis
Spectrophotomètre	Shimadzu	Uv-mini-1240.uv-vis spectrophotomètre	China
Spectrophotométrie d'absorption atomique	Analytik jena	Control AA800 D	GERMANY
Agitateur Magnétique	VELP CSIENTIFIC A	F20520162	EUROPE
pH mètre	WTW	WTW.D-82362. PH 1970	GERMANY
Autoclave	WEBECO	WEBECKE. P: 2.5BAR, T:138Oc	/

2.1.2. Solvants et réactifs

Tableau 2 : les produits principal utilisé au cours de l'expérimentation

Produit	La forme	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Densité (g/cm ³)	Pureté (%)
Glucose	Poudre	C ₆ H ₁₂ O ₆	180.156	1.56	/

Partie II : Méthodologie de travail

Hydroxyde de sodium	Poudre	NaOH	39.997	2.13	99
Acide trifluoroacétique	Liquide	CF ₃ COOH	114 ,02	1,49	99,8
Acide chlorhydrique	Liquide	HCl	36.46	1.19	37
Acide nitrique	Liquide	HNO ₃	63.01	1.51	69
L'eau oxygénée	Liquide	H ₂ O ₂	34.0147	1.45	99.5
n-butanol	Liquide	C ₄ H ₉ OH	74.12	0.81	99.9
Pyridine	Liquide	C ₅ H ₅ N	79.10	/	99.5
Méthanol	Liquide	CH ₃ OH	32.04	0.79	99.9
diphénylamine	Liquide	C ₁₂ H ₁₁ N	169.23	52.5-54.5	98
L'acétone	Liquide	C ₃ H ₆ O	58.08	0.792	100
L'acide acétique	Liquide	CH ₃ COOH	60,05	1.048-1.05	99 .5
L'acide gallique	Poudre	C ₇ H ₆ O ₅	170	1.7	99
L'aniline	Liquide	C ₆ H ₅ NH ₂	102	1.08	98
Acide orthophosphorique	Liquide	H ₃ PO ₄	97.994	1.88	85
Acétate d'éthyle	Liquide	C ₄ H ₈ O ₂	88.11	/	/
chloroforme	Liquide	CHCl ₃	119.38	1,47	99
Chloride aluminium	Poudre	AlCl ₃	133.34	2.48	98.5
Chloride de magnésium hydrate	Poudre	MgCl ₂ 6H ₂ O	203,30	2.32	98
Chlorure de potassium	Poudre	Kcl	74.55	1.98	99
Chlorure de sodium	Poudre	NaCl	58.44	2.16	99.5

Partie II : Méthodologie de travail

Ethylène Glycol Bis (β-aminoethylether)-N, N,N', N'- tetraaceticacid)	Poudre	C ₁₄ H ₂₄ N ₂ O ₁₀	380,35	1.4	97
Phosphate de potassium dibasique	Poudre	KH ₂ PO ₄	136.09	2.338	99
Hydrogénophosphatedi sodiqueanhydre	Poudre	Na ₂ HPO ₄	141,96	1.63	99.5

II.2.2. Matériel biologique

II.2.2.1. Choix de la plante

La plupart des espèces du genre *Plantago* sont largement utilisées en médecine traditionnelle. *P. ciliata* ainsi que leurs extraits sont largement utilisés pour traiter le diabète et les maladies souvent associés à l'inflammation. Cependant, aucune étude sur Le psyllium de *P. ciliata*, leurs caractères physicochimique et leurs potentiels biologiques n'a été signalée.

II.2.2.2. Récolte du matériel végétal

La récolte des épis de la plante ciblée est réalisée en temps sec et au moment de leur pleine maturité, en respectant leur développement et en choisissant des lieux dont la plante recherchée se trouve en abondance (**Fabre et al., 1992**). Les épis de *P. ciliata* sont collectés de Nagoussate dans la région de Zelfana wilayat Ghardaïa, à la période du printemps (Avril 2017). Les échantillons obtenus sont transportés au laboratoire pour analyse dans des sacs en papier kraft (**Benhamza. 2008**). Une référence de l'espèce entière de *P. ciliata* (Photo 1) est déposée dans l'herbier du Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi Arides à l'Université Kasdi Merbah-Ouargla (Lot No. GPC-0617) (**Addoun, 2021**).

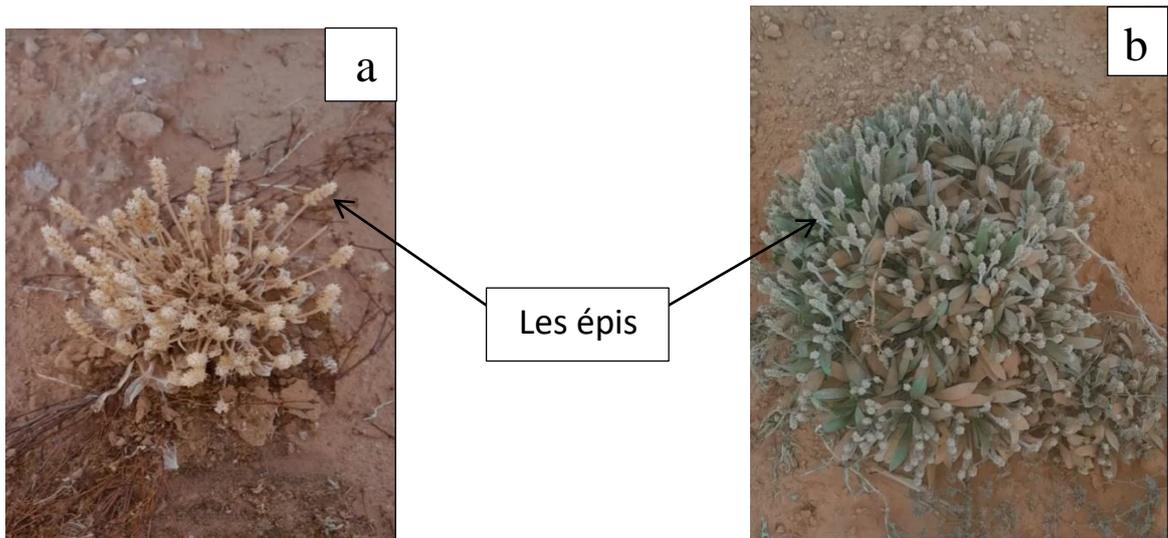


Photo 1 : *Plantago ciliata* de Nagoussate région de Zelfana.

a : *P. ciliata* maturé / b : *P. ciliata* immatur

II.2.2.3. Conservation et broyage du matériel végétal

Les échantillons récoltés (les téguments des graines de *P. ciliata*) sont déjà séché, placés dans un endroit sec est effectué à l'abri de la lumière et à température ambiante (Boual et al., 2013). Les graines entières de *P. ciliata* sont séparées manuellement de leurs épis, les téguments des graines sont broyés par un broyeur électrique à billes haute énergie (E MAX), jusqu'à obtenir une poudre fine.



Photo 2 : poudre fine des téguments des graines de *P. ciliata* récolte en juillet 2022

II.3. Germination des graines

A la date du 28 février 2023 dans des conditions photopériodiques (16 h de lumière/8 h d'obscurité). Températures étaient de 25 °C le jour et de 15 °C la nuit, environ 15 graines transférées sur une boîte de Pétri avec du coton humide pour la germination aspergez avec l'eau par pulvérisation chaque deux jour (**Dagar et al., 2006**) (**Mehta et al., 1976**).

II.4. Culture des graines

A la date du 03 Mars 2023 et Selon les conditions climatiques, photopériodique (16 h de lumière/ 8h d'obscurité) et température entre 20°C et 25°C ; les graines de la *P.ciliata* sont semées dans le Tyro (sol de plantation) sur plaque alvéolée rectangulaire contient 72 trous. Les graines ont été semées à faible profondeur (environ 1 cm de profondeur) et suivi d'une irrigation par pulvérisation avec une quantité de 50 mL/48h (**Dagar et al., 2006**) (**Mehta et al., 1976**) (**Audigie, 1984**)

II.5. analyses physico-chimique et biochimiques

II.5.1. Pourcentage de matière sèche et l'humidité

🔧 Mode opératoire

- Prendre 500mg d'échantillon, et mettre dans un creuset ;
- Peser le creuset avant éliminer l'humidité ;
- Puis on mettre le creuset dans un étuve 100°C à 24h pour éliminer l'humidité ;
- Peser le creuset après enlèvement l'humidité ;
- Ensuite on mettre le creuset dans un dessiccateur pendent 30min pour la déshumidification.

🔧 Calcul du rapport de matière sèche

Le rapport de matière sèche total est donnée par :

$$\text{matière sèche \%} = \frac{PcE - PcV(\text{après étuvage})}{PcE - PcV(\text{avant étuvage})} \times 100$$

PcE : poids de creuset avec échantillon

Pcv : poids de creuset vide

II.5.2. Dosage des Cendres

L'incinération de la matière végétale conduite de façon à obtenir la totalité des cations (à l'exception de l'ammonium) sous la forme de carbonates et autres sels minéraux anhydres.

🚧 Mode opératoire

Après élimination l'humidité on met le creuset dans un four à moufle à 800°C et 900°C d'une prise d'essai de l'échantillon jusqu'à l'obtention de cendres blanches ou grises. L'incinération dure pratiquement 24h heures. Après incinération, les creusets seront refroidis dans un dessiccateur pour être enfin Pesés avec précision avec leurs résidus (**Barkhatov et Elissev, 1979 ; Audigie, 1984**).

❖ La teneur de cendre totale :

La teneur en cendres totales(%) de l'échantillon est ainsi calculée comme suit (**Audigie, 1984**):

$$CT\% = [(P2 - CV) / (P1 - CV)] \times MS$$

P1 : poids du creuset avant incinération(g)

P2 : poids du creuset après incinération(g)

Cv : poids du creuset vide (g)

MS : %Matière sèche /100.

II.5.3. Dosage des éléments minéraux

➤ Minéralisation

Après obtenir de cendre, on ajoute 30 ml d'HCL à37% et 12 ml de l'acide nitrique à 69% et 8 ml de H₂O₂, ensuite Evaporer à sec sur plaque chauffante à 105 °c environ 5 et 6 heure Jusqu'à obtenir une solution de couleur jaun et après filtre la solution à l'aide papier filtre. Ensuite complété à 100 ml par l'eau ultra pure (**Guéguen.L,1959**).

Le dosage des éléments minéraux tels que le calcium, le magnésium, le potassium et Le sodium, et le fer ... s'effectue par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme et four graphite de type AA800D.

II.5.4. Dosage colorimétrique

II. 5.4.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu .Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'échantillon. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 1000 µg/ml) (**Singleton et Ross, 1965**).

Mode opératoire

- Dans des tubes à essai en verre introduire 200 µl de l'échantillon à une concentration de 0.01% dans NaOH 1N, ou de l'étalon qui représente l'acide gallique.
- Ajouter 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois ;
- ajouter 800 µl d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 % ;
- Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min ;
- Lire la densité optique à 765 nm par un spectrophotomètre UV-Visible.

II.5.4.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes. Des solutions filles préparées à partir de la solution mère à différentes concentrations comprises entre 0 et 1000 µg/ml, permettront de tracer la courbe d'étalonnage (**Lagnika, 2005**).

Mode opératoire

- Dans des tubes à essai en verre introduire 400 µl de l'échantillon à une concentration de 0.01% dans NaOH 1N, ou de l'étalon qui représente la rétine.
- Ajouter à 120 µl de NaNO₂ à 5 % ;
- Après 5 minutes, 120 µl d'AlCl₃ à 10 % ont été additionnés, et le milieu est mélangé vigoureusement ;
- Après 6 minutes, un volume de 800 µl de NaOH à 1 M a été ajouté au milieu ;
- L'absorbance est lue immédiatement à 510 nm contre le témoin.

II.6. Caractérisation des résidus glycosidiques

Les polymères doivent être significativement déconstruits pour caractériser les résidus glycosidiques sans provoquer d'altérations irréversibles de la structure. En décomposant le polymère d'oses, l'hydrolyse acide et la chromatographie en couche mince peuvent déterminer la composition en monosaccharides de l'extrait brut de polysaccharides (**Delattre, 2005**).

II.6.1. Hydrolyse acide des liaisons glycosidique

Le clivage des liaisons glycosidiques est réalisé à haute température (de 50 à 120°C) dans des acides forts dilués (hydrolyse ménagée) ou concentrés (2M) tels que l'acide sulfurique (H_2SO_4), l'acide chlorhydrique (HCl), l'acide nitrique (**Delattre, 2005**).

🔧 Mode opératoire :

- Préparer le TFA de 2M (8.5ml l'eau distillée et 1.5ml de TFA), et placer dans un flacon à vis de petit volume ;
- Déposer 1ml de TFA 2M dans un tube essais et Ajouter 10mg de poudre des téguments, et on le laisse dans l'étuve à 120°C pendant 90 min ;
- Refroidir le tube au bain de glace ; et récupérer sur boîte de pétri en verre ;
- Ajouter quelques gouttes de méthanol, et Verser dans un l'étuve à 120°C pendant 2 min et recouvrir par un papier d'aluminium avec des trous sur la surface ;
- Déposer la boîte de Pétri sous la hotte chimique pendant 24h ;
- Après séchage et évaporation totale, 1ml d'eau distillée est additionnée pour solubiliser les oses, puis récupérer dans un tube d'éppendorfs de 1.5ml.

II.6.2. Chromatographie sur couche mince (CCM)

La méthode chromatographie en couche mince a été utilisée pour analyser et mesurer les monosaccharides constitutifs présents dans les polysaccharides hydrosolubles. Cette méthode permet une analyse à la fois qualitative et quantitative, notamment pour l'identification des oses des polysaccharides pariétaux. Pour réaliser l'analyse qualitative, la CCM a été mise en œuvre en utilisant des témoins constitués de solutions de sucres connus déposés dans les mêmes conditions que le mélange examiné. La distance de migration de la tâche à la distance de migration du front de solvant, également appelée R_f , distingue un sucre d'un autre (**Audigie et al., 1980**). De plus, la CCM peut être bénéfique pour suivre le développement d'une réaction, telle que la dégradation des polysaccharides, en raison de sa capacité à identifier le nombre d'éléments dans un mélange (**Delattre, 2005**). Les spots sont révélés par une réaction colorée le Nigrum après migration, la révélation est basée sur les réactions furfuraliques des sucres.

Après chauffage à l'étuve à 105°C pendant 10 à 15mn les aldohexoses donnent une coloration bleuâtre, les aldopentoses donnent une coloration verdâtre, les cétooses donnent une coloration rougeâtre (**Paulsen et al., 2002**).

🚦 Mode opératoire

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

➤ **Phases mobile**

- ❖ Système I: la phase mobile est constituée d'acétate d'éthyle, pyridine, eau, n-butanol, acide acétique dans les proportions 5-4-4-10-2 (**Hoton-dorge., 1976**).
- ❖ Système II: la phase mobile est constituée de chloroforme, n-butanol, méthanol, acide acétique, eau avec les proportions suivantes : 4,5-12,5-5-1,5-1,5 (**Cheng et al., 2010**).

➤ **Phases stationnaire**

Les phases stationnaires sont des plaques en gel de silice prêtes à l'emploi de type Silice gel 60 F 254 de 0,25 mm d'épaisseur, sur feuille d'aluminium (**Wang et Fang., 2004**). Les plaques sont entièrement utilisées. Une ligne de dépôt est tracée à 1,5 cm du bord inférieur de la plaque, puis activée dans l'étuve à 100°C pendant 10mn. Une fois activée, la plaque est prête pour le dépôt des échantillons (**Boual et al., 2013a**).

➤ **Préparation des cuves chromatographiques**

La phase mobile est versée dans la cuve à une hauteur de 0,5 cm d'environ. La cuve est laissée fermée hermétiquement pendant 24 h pour assurer une saturation maximale en vapeur de la phase mobile. La saturation a pour but de limiter l'évaporation de la phase mobile depuis la cuve chromatographique (**Audigie et al. 1995., modifie**).

➤ **Préparation de NIGRUM**

Le réactif de NIGRUM est utilisé pour la révélation des plaques, deux solutions A et B sont initialement préparées :

- ❖ A : 4g de diphénylamine dans 100ml d'acétone dans l'agitateur.
- ❖ B : 96ml d'acétone complété jusqu'à 100ml par l'aniline.

Après que les deux solutions A et B sont mélangées, 20ml d'acide orthophosphorique est ajouté à la solution obtenues.

➤ **Dépôt des hydrolysats et des étalons**

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

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

➤ Développement des plaques

Les plaques sont placées dans les cuves de sorte que la ligne de dépôt soit au-dessus de la phase mobile. La cuve est ensuite fermée pour laisser les plaques se développer avec le temps, en évitant tout déplacement ou vibration des cuves pendant l'élution. Quand le solvant arrivera à 1cm du bord supérieur, les plaques sont retirées doucement et le front du solvant est marqué avec un crayon (Delattre, 2005). Elles sont ensuite séchées à l'air libre et révélées par le NIGRUM à l'aide d'un pulvérisateur. Les plaques sont incubées à l'étuve à 105°C jusqu'à l'apparition des spots colorés (ou taches) environ 15mn (Boual et al., 2011).

➤ Calcule des facteurs de rétention (rapport frontal des spots)

Les comparaisons entre les spots d'échantillon avec celles des étalons et le calcul de leurs rapports frontaux (Rf) permet la détermination de la composition des extraits en monosaccharides (David et Hazel., 1998). Le facteur de rétention exprimer selon (Audigie et al., 1995) :

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

II.6.3. Chromatographie liquide à haut performance (HPLC)

➤ Le Principe

La Chromatographie en Phase Liquide à Haute Performance ou HPLC est une technique analytique la plus utilisée (Gomez et al., 2006) car elle présente une haute résolution, une reproductibilité élevée, et une durée d'analyse relativement courte (Wollgast et Anklam, 2000). Elle peut être employée pour la séparation, la détermination quantitative, et l'identification des oses.

Les composés à séparer (solutés) sont mis en solution dans un solvant. Ce mélange est introduit dans la phase mobile liquide (éluant). Suivant la nature des molécules, elles interagissent plus ou moins avec la phase stationnaire dans un tube appelé colonne chromatographique comme la silice ou l'octadécylsilyl . La phase mobile peut être composée d'un solvant simple ou d'un mélange de solvants qui est spécifiquement choisi en fonction de la nature du composé à séparer. Est poussée par une pompe sous haute pression, parcourt le système chromatographique. cette pression qui permet le passage du solvant à travers de très petites

particules à une vitesse raisonnable, ce qui permet d'obtenir une haute résolution (**Yost et al., 1980**).

Le mélange à analyser est injecté puis transporté au travers du système chromatographique. Les composés en solution se répartissent alors suivant leur affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire. En sortie de colonne grâce à un détecteur approprié les différents solutés sont caractérisés par un pic. L'ensemble des pics enregistrés est appelé chromatogramme.

Des paramètres tels que le pH, la concentration en sel et la température peuvent également être ajustés pour optimiser la séparation (**Meyer .2010**). un détecteur à fluorescence ou un détecteur de masse, en fonction de la nature des composés recherchés et de la sensibilité nécessaire pour leur détection (**Joseph et al., 2015**).

➤ **Mode opératoire**

Nous avons réalisé une analyse qualitative de L'hydrolysats des téguments des graines de *P.ciliata* par chromatographie liquide à haute performance (HPLC type SHIMADZU),

1. Préparation des standards

A chaque 30 mg d'ose étalon (arabinose, galactose, glucose, mannose, rhamnose, xylose) est ajouté 1 ml d'eau distillée.

2. Préparation de phase mobile

La composition de la phase mobile est très importante pour l'optimisation d'une analyse. Elle permet de développer des interactions entre la phase stationnaire et le soluté. Afin d'améliorer la séparation (pics plus symétriques) et voir l'évolution de la rétention des différentes substances recherchées ; on utilise un mélange d'eau ultra pure (solvant A) et d'acétonitrile (solvant B) dans un ratio de 80:20 (v/v), en mode isocratique. La détection des composés a été effectuée à l'aide d'un détecteur réfractométrique.

3. Les conditions de chromatographie

- Colonnes : Shim-pack GIST NH₂
- Injection : 10 µl
- Détecteur : RID-20A
- Débit : 1ml/min
- Température : 30°C
- La taille des particules : 5 µm
- Phase mobile : Acétonitrile/Ultra-pure Water (80/20) (v/v).

II.7. Activité anti complément

II.7.1. Principe d'étude

La technique d'AP100 est une technique hémolytique réalisée sur gel et utilise les érythrocytes humain, afin d'explorer la fonction de la voie alterne du complément par la mesure de la lyse des érythrocytes humain causée par le sérum humain normal ; SHN (**Rosain et al., 2014; Servais et al., 1991**). Dans des conditions expérimentales limitées où seulement la voie alterne est initiée et étudiée (**Frémeaux et al., 2012**) d'une manière globale, les dosages hémolytiques y compris l'AP100 permettent de mesurer l'activité fonctionnelle des protéines du complément. Les tests hémolytiques consistent à déterminer la quantité de plasma du patient capable d'entraîner un certain taux de lyse d'un nombre donné de globules rouges estimé à partir des zones d'hémolyse après la diffusion radiale. En ce qui concerne l'AP100, le taux de lyse des érythrocytes par les éléments de la voie alterne du complément est de 100 % comme le nom l'indique (**Frémeaux et al., 2012**).

Le dosage hémolytique par la technique AP100 nous permet d'évaluer la capacité de certaines bio polymères biologiquement actifs notamment les polysaccharides, à moduler la voie alterne de système du complément, ceci est l'objectif de cette expérience.

II.7.2. Mode opératoire

✚ appareilles et les réactifs

Tableau 3 : les appareilles et les réactifs utilisé au cours de l'expérience de l'activité anti-complément

Appareillages	Produits chimiques, réactifs et matériel biologique
<ul style="list-style-type: none">• Centrifugeuse réfrigérée.• Ultrason.• Deux incubateurs l'un réglé à 37°C et l'autre à 56°C.• Bain marie.• Balance électronique.• pH mètre/Température.• Rotateur.• Plaque chauffante.	<ul style="list-style-type: none">• Les tampons : PBS/PSA• Gel d'agarose• Le sang humain normal• Sérum humain normal• L'échantillon : tégument des graines de <i>P.ciliata</i>

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Pieds à coulisse électronique. | |
|--|--|

✚ Préparation des tampons et les solutions utilisées

Tableau 4 : quelque préparation des solutions utilisées

Tampon ou solution	Le rôle	La composition	Référence
PBS	est une solution isotonique qui est utilisée dans de nombreuses applications de recherches biologiques	Peser les sels : 8g de NaCl (137mM) /0,2g de KCl (2,7mM)/ 0,2g de KH ₂ PO ₄ (1.5mM)/0,92g de Na ₂ HPO ₄ (8.1mM) dans un pècher et ajouter 800ml d'H ₂ O , placer le pècher dans un agitateur en suit régler le PH de la PBS à pH 7,2 avec de l'HCl 1N, Répartir dans des bouteilles et autoclave à 121°C pendant 20 minutes et marquer toutes les bouteilles clairement, en écrivant l'état de stérilité (stérile/non stérile) et la date de préparation sur l'étiquette ;et Stocker à température ambiante.	(Young et al., 2012 ; Servais et al., 1991)
Gel d'agarose	Utilisé pour Préparation des boites d'AP100	Chauffer le stock d'agarose à 2% et, à l'aide d'une pipette stérile prélever un volume de 12,25 ml dans des flacons et conserver à 56°C ; et après Ajouter les 9.8ml du tampon ACP réchauffé (56°C) à chaque bouteille d'agarose fondu et laisser refroidir l'agarose dilué à 45°C.	(Kerboua et Djenouhat, 2020); Valenzuela et al., 2000)
EGTA	EGTA avec des ions Mg ₂₊ ne chélate que le Ca ₂₊ et bloque spécifiquement la voie classique	Ajouter 3,8g à environ 20ml d'eau distillée dans un bécher, placer le bécher sur l'agitateur magnétique puis compléter jusqu'à le volume final de 100ml. Ajuster le pH avec l'HCl à pH 8. Stériliser à l'autoclave, et marquer les bouteilles clairement, en écrivant l'état de stérilité et la date de préparation sur l'étiquette. Stocker à température de 4°C pendant ~1 mois	(Morgan, 2000)

Partie II : Méthodologie de travail

ACP	tampon de la voie alterne qui contient le PBS/EGTA/Mg ⁺⁺	Dans un bécher contenant 500ml du PBS ajouter 50ml d'EGTA à concentration 100 mM et 50ml de MgCl ₂ à concentration 7mM pour obtenir l'ACP : PBS/EGTA/ MgCl ₂ dont les portions 10/1/1 V/V ; et Marquer toutes les bouteilles clairement, en écrivant l'état de stérilité (stérile/non stérile) et la date de préparation sur l'étiquette ; en suit Stocker à température ambiante.	(Jeong et al., 2004)
Hcl 1N	Ajustement de PH	Cette solution est préparée en mélangeant 4,165 ml de l'HCl (12N) avec 45,835ml de l'eau distillée	/
NaOH 0.1M	Ajustement de PH	Pour la préparation de 100ml de solution d'hydroxyde de sodium 0,1M il est nécessaire de dissoudre 0,4g de NaOH dans un 100ml d'eau distillée.	/
MgCl ₂ 6H ₂ O (7mM)	Source des ions Mg ⁺⁺	Dissoudre 0,1423g de MgCl ₂ 6H ₂ O de masse molaire dans 80ml d'eau distillée et ajuster le volume à 100ml. Répartir en aliquotes et autoclave.	/

✚ Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé est constitué de la poudre fine des téguments isolés d'une plante spontanée à caractère médicinal de la région de Zelfana (*Plantago ciliata*), le sang est prélevé à partir des individus sains.

✚ Echantillon

La poudre fine des téguments des graines de *P.ciliata* est solubilisée dans une solution NaOH 0.05%.

Tableau 5 : méthode de dilution d'une solution des téguments des graines de *Plantago ciliata*

Concentration (µg/ml)	0	200	400	600	800	1000
Solution mère (µl)	0	200	400	600	800	1000
Tampon ACP (µl)	1000	800	600	400	200	0

✚ Le sang

Le sang est prélevé à partir des volontaires sains, de sexe masculin, âgé de 20 à 50ans et le jour même de son utilisation au niveau de laboratoire IBN ROCHD Ghardaïa. L'absence d'antigène HBs, d'anticorps anti-VIH et d'anticorps anti VHC est vérifiée. Ainsi, le groupage des patients est confirmé après le prélèvement retourner le tube 2 ou 10 fois pour mélanger le sang à l'activateur de coagulation et éviter l'hémolyse (**Chung et al., 2011; Xi et al., 2012**).

✚ Préparation des hématies pour le test AP100

Les hématies sont préparés selon : (**Servais et al., 1991 ; Young et al., 2012; Kerboua et Djenouhat, 2020**) :

1. Prélever 4 ml du sang des volontaires sains âgés de 20-50 ans ;
2. Verser le sang dans le flacon ou dans les tubes à centrifugation contenant l'anticoagulant et faire tourner doucement le tube pour mélanger le sang ;
3. Remplir le flacon avec le tampon ACP et mélanger doucement ;
4. Centrifuger à 500g pendant 10minutes pour sédimenter les globules rouges ;

5. Aspirer le surnageant le jeter ;
6. Remplir le flacon ou le tube à centrifugation avec l'ACP ;
7. Remettre les cellules en suspension et centrifuger à nouveau pendant 10 minutes à 500g, jeter le surnageant et remplir le tube à centrifugation par l'ACP ;
8. Mélanger doucement pour remettre les cellules en suspension et centrifuger pendant 10 minutes à 500g, aspirer le surnageant, et le jeter ;
9. Ajouter 6 ml d'ACP au culot de globules rouges pour obtenir une suspension finale de globules rouges de 10% ;
10. Mélanger doucement pour remettre les globules en suspension, transférer la suspension de globules rouges dans une bouteille avec bouchon à vis, l'étiqueter et la stocker à 4°C.
11. Lors de l'utilisation des hématies, placer la suspension cellulaire dans un bain-marie à une température de 46°C.

✚ Obtention des sérums

Les sérums humains sont établis à partir des volontaires sains (âgés de 23-53 ans) par ponction lieu, sans additifs. Après 30 mn à 37°C, le coagulum est formé. Le sérum est séparé de la coagulation par centrifugation à 2000rpm pendant 10 mn (**Michaelsen et al., 2000**).

✚ Technique hémolytique AP100 et étude de l'activité anti complément

✚ Préparation des boîtes d'AP100

1. Mélanger le gel, avec 2ml de la suspension de globules rouge 10% préparée précédemment à 45°C;
2. Verser le mélange dans les boîtes Pétri et éliminez les bulles ;
3. Refroidir les boîtes à 4°C pendant 10 minutes et percer des trous à l'aide d'une pipette pasteur à au moins 1cm de distance à fin d'obtenir 7 puitts et conserver les boîtes à 4°C au réfrigérateur.

✚ Préparation du contrôle négative, SHN

Le contrôle négatif représenté par le sérum humain normal (SHN) prélevé à partir des donneurs adultes en bonne santé comme source du système du complément (**Huo et al., 2020; Jin et al., 2020**) est dilué à 1:6 par le tampon ACP (**Diallo et al, 2001 ; Wang et al, 2016; Lee et al., 2018**).

✚ Préparation contrôle positive, héparine

Les polysaccharides sulfatés notamment l'héparine est un glycosaminoglycane poly anionique (Blondin et al., 1994; Jin et al., 2020) utilisé comme contrôle positif (Liu et al., 2018) modulent un certain nombre de fonctions biologiques et présentent des activités anti-inflammatoires. Les propriétés anti-inflammatoires d'héparine sont médiées en partie par leur capacité à interférer avec la fonction du système de complément où l'héparine inhibe l'activation des deux voies classiques et alterne.

La solution d'héparine utilisée pour notre étude est d'une concentration de 1000µg/ml et qui est sa dose inhibitrice de la voie alterne du complément (Wang et al., 2016). La solution de contrôle positif est préparée par dilution d'une solution initiale de 50mg/ml en utilisant le tampon ACP : PBS/EGTA/Mg⁺⁺.

✚ Exploration du test anti complément AP100

✚ Pré-incubation

Après la dilution des téguments des graines de *Plantago ciliata* et l'héparine dans le tampon d'activation de la voie alterne du complément ; ACP , et la préparation des différentes dilutions dans ce tampon ; 200µg/ ml, 400µg/ ml ,600µg/ml ,800µg/ml , 1000µg/ml, on fait une pré-incubation de 25µl de dilutions de chaque échantillon avec du 25µl de SHN dilué à 1:6 qui ont été par la suite ajoutés aux puits sur une microplaque et incubés dans un incubateur à 37° C pendant 10minutes (Diallo et al., 2001 ; Wang et al., 2016; Lee et al., 2018).

✚ Incubation

L'incubation des mélanges réactionnels du test anti complément ; oligosaccharides, héparine et SHN est effectuée dans des boîtes Pétri d'AP100 déjà préparées. Les boîtes du test hémolytique AP100 contenant les mélanges réactionnels ; oligosaccharides avec SHN, héparine avec SHN et tampon avec SHN ont été ensuite incubés dans une chambre humide à la température ambiante pendant 24heures pour permettre une meilleure diffusion radiale des composants du sérum sur le gel (Gao et al., 2013).

Les puits dans chaque boîte d'AP100 ont été préparés avec les quantités suivantes pour ;

1. Echantillon: 25µl de chaque dilution de solution des téguments des graines de *P.ciliata* ; 200µg/ml, 400µg/ml, 600µg/ml ,800µg/ml, 1000µg/ml ;
2. Contrôle positif : 25µl de l'héparine ; 1000µg/ml;
3. Contrôle négatif : 25µl du SHN diluée à 1:6.

Calcul

Les zones de lyse obtenues après l'incubation sont mesurées en utilisant un pied à Coulisse électronique pour effectuer les mesures de surface de lyse, pourcentage de lyse et taux d'inhibitions.

Surface de la lyse

La surface de la lyse est calculée selon l'équation :

$$S = r^2 \times \pi$$

r : le rayon des zones de lyse ($r = D/2$),

D : diamètre des zones de lyse, π : 3,14.

Pourcentage de la lyse

Le Pourcentage de la lyse est calculé en multipliant x 100 le résultat de division de la surface lyse de chaque mélange sur la surface de lyse du SHN

$$\% \text{ de lyse} = (S_{\text{échantillon ou héparine}} / S_{\text{SHN}}) \times 100$$

Taux d'inhibitions

Les % de l'inhibition sont calculés comme suivant : 100% - %de lyse de la voie alterne de complément pour chaque fraction des oligosaccharides testée.

$$\% \text{ d'inhibition} = 100\% - \% \text{ de lyse de l'échantillon ou héparine}$$

Partie III : Résultats et discussion

Partie III : Résultats et discussions

Les résultats des analyses biochimiques et des activités biologiques testées sur les téguments des graines de *Plantago ciliata*. Sont présentés dans ce chapitre

III.1. Résultats de culture

On remarque après une semaine du processus de germination 06 graines ont germé sachant qu'au départ 15 graines ont été placées dans le coton donc le pourcentage de germination est de 40%.



Photo 3 : Germination des graines de *P.ciliata*

Concernant le processus de culture après 20 jours, on observe 40 graines germés sachant qu'au départ 100 graines ont été placées dans la plaque d'alvéolée. Donc le pourcentage de culture est de 45%.



Photo 4 : Résultats de culture des graines de *P.ciliata*

III.2. Caractérisation physico-chimique du matériel végétal

Les résultats d'analyse physicochimique et biochimique des téguments des graines de *Plantago ciliata* sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Les résultats d'analyse physicochimique et biochimique des téguments des graines de *P. ciliata*.

<i>Composition</i>	<i>matière végétal étudié</i>
L'humidité (%)	5,42 ±2,29
Matière sèche (%)	94,57±2,29
Cendre (%)	5,96±2,37
Polyphénols totaux (%)	0.252±0,29
Flavonoïdes totaux (%)	0,056±0,13
Les éléments minéraux (ppm):	
Le Chrome (Cr)	23,8
le fer (Fe)	109,8
Le plomb (Pb)	2,058
Le calcium (Ca)	2179
Le potassium (K)	3791
Magnésium (Mg)	5088

Les téguments des graines de *Plantago ciliata* renferment 5,96±2,37 % de cendres alors que **Chong et al. (2019)** signalent 2,34±0,14 % de cendres dans le psyllium de *Plantago ovata* d'Australie. Alors que **Qaisrani et al. (2014)** signalent 3.85±0.04 % de cendres chez le psyllium de *Plantago ovata* de Pakistan. Le pourcentage en cendres varie d'une espèce à l'autre et d'une région à l'autre de la famille des Plantaginaceae.

L'humidité des téguments des graines de *P. ciliata* est de 5.42 ±2.29 %, plus proche de celle trouvée dans le psyllium de *P. ovata* soit 6.83 ± 0.04% (**Guo et al., 2008**).

Concernant les résultats des dosages des éléments minéraux, **Guo et al. (2008)** signalent des valeurs inférieures en Calcium soit 1500 PPM dans le psyllium de *Plantago ovata* par rapport à celles des téguments des graines *P.ciliata* soit 2179 PPM. Tandis que, le Potassium

semble plus élevé chez **Guo et al. (2008)** soit 8500 PPM par rapport à ce de *P.ciliata* 3971 PPM. **Boual (2014)** signale un taux plus faible dans les graines de *P. notata* soit 2047 PPM.

Turgumbayeva et al. (2022) rapportent des valeurs élevés en Plomb 1400 PPM et en Chrome 600 PPM dans le psyllium de *P. major*, par rapport à celle des téguments des graines des graines de *P. ciliata* dont on a remarqué 2.058 PPM de Plomb et 23.8 PPM de Chrome. Le Fer semble plus élevé chez **Turgumbayeva et al. (2022)** soit 170 PPM par rapport à ce de *P.ciliata* 109.8 PPM.

La teneur en magnésium dans les téguments de *P.ciliata* est de 5088 PPM, plus élevé que celles trouvées dans les graines de *P. notata* soit 563 PPM, remarqué par **Boual (2014)** et de ce signalé par **Guo et al. (2008)** soit 150 PPM dans le psyllium de *Plantago ovata*.

Les différences de concentrations en éléments minéraux entre le psyllium de *P. ovata* et les téguments des graines de *P. ciliata*, pourraient être dues à la différence nutritionnelle des plantes, au climat et aux états de sol selon **Hamurcu et al. (2010)**.

Pour les résultats des analyses biochimiques, la teneur en polyphénols totaux est de 0.0252 ± 0.29 % dans les téguments des graines de *P. ciliata*. **Addoun (2021)** a remarqué quelques traces de polyphénols $<0.5\%$ dans l'extrait brut de polysaccharide des grains de *P. ciliata*. et **Benoun (2017)** a remarqué aussi un faible pourcentage en polyphénols de l'ordre de 0.65% pour l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles de *P. notata*. **Lukova et al. (2020)** notent des teneurs de $0.34 \pm 0.03\%$ de polyphénols dans les polysaccharides des feuilles de *Plantago major*, semble proche de ceux trouvés.

Les résultats obtenus de la quantification des flavonoïdes totaux montrent que les téguments des graines de *P. ciliata* sont constitués de 0.056 ± 0.13 %, c'est une quantité très faible par rapport des teneurs en flavonoïdes dans les graines et les feuilles de *P. major* représentent, soit 6.41 ± 0.04 mg/g chez **Kobeasy et al. (2011)**. L'extrait éthanolique des graines de *P. notata* est constitué de 0.87 ± 0.00 mg/g de flavonoïdes (**Boual et al., 2011**).

III.3. Caractérisation par chromatographie sur couche mince du matériel végétal

L'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince CCM a permis de déterminer la nature des oses constitutifs de polysaccharides des téguments des graines de *Plantago ciliata* après l'hydrolyse acide de polysaccharidique est effectué par l'acide trifluoacétique. Par

Partie III : Résultats et discussions

comparaison des rapports frontaux des taches apparues avec ceux des étalons, et pour l'identification des oses constitutifs deux systèmes différents sont utilisés. Ce type d'hydrolyse permet d'observer des taches ayant des différents Rf.

La détermination des Rf (tableau 13) d'oses étalons permet d'identifier partiellement les principaux oses constitutifs des téguments des graines de *P.ciliata*. Ceci par comparaison des rapports frontaux des tâches apparues avec ceux des étalons.

La lecture de chromatogramme de système I, révèle la présence de deux spots d'oses de Rf : (0.556) et (0.626) qui correspond à l'arabinose et au xylose. Le système II donne quatre spots d'oses de Rf: (0.163), (0.51) et (0.508) et (0,606) qui correspondent à l'acide galacturonique, arabinose, mannose, xylose.

Par comparaison des rapports frontaux des tâches apparues dans l'extrait polysaccharidique avec ceux des étalons, il est appaît que le psyllium (les téguments des graines) de *P.ciliata* de constituent principalement d'A.galacturonique, mannose, d'arabinose, et xylose. La présence d'arabinose, et xylose, laisse supposer l'existence de l'arabinoxylane dans le psyllium de *P.ciliata*. Ces résultats semblent proches à ceux de **Guo et al. (2008)** qui signalent que les polysaccharides de psyllium contrainent surtout l'arabinose (21.96%) et xylose (56.72%).

D'après les résultats obtenus on a remarqué que le système II présente une bonne migration de l'échantillon par rapport au premier système. Ceci peut s'interpréter par la différence de polarité des différents éluant et l'affinité de chaque échantillon aux solvants (**Audigie et al., 1980**).

Partie III : Résultats et discussions

Tableau 7 : Rapports frontaux (Rf) des oses étalons et des téguments des graines de *P. ciliata* pour deux systèmes de chromatographie sur couche mince (CCM)

Type d'ose	Système I	système II
A. Glacturonique	0.139	0.172
A. Gucuronique	0.173	0.204
Arabinose	0.547	0.524
Galactose	0.426	0.442
Glucose	0.478	0.483
Mannose	0.521	0.508
Rhamnose	0.704	0.590
Xylose	0.617	0.606
Echantillon	0.556 0.626	0.163 0.51 0.508 0.606

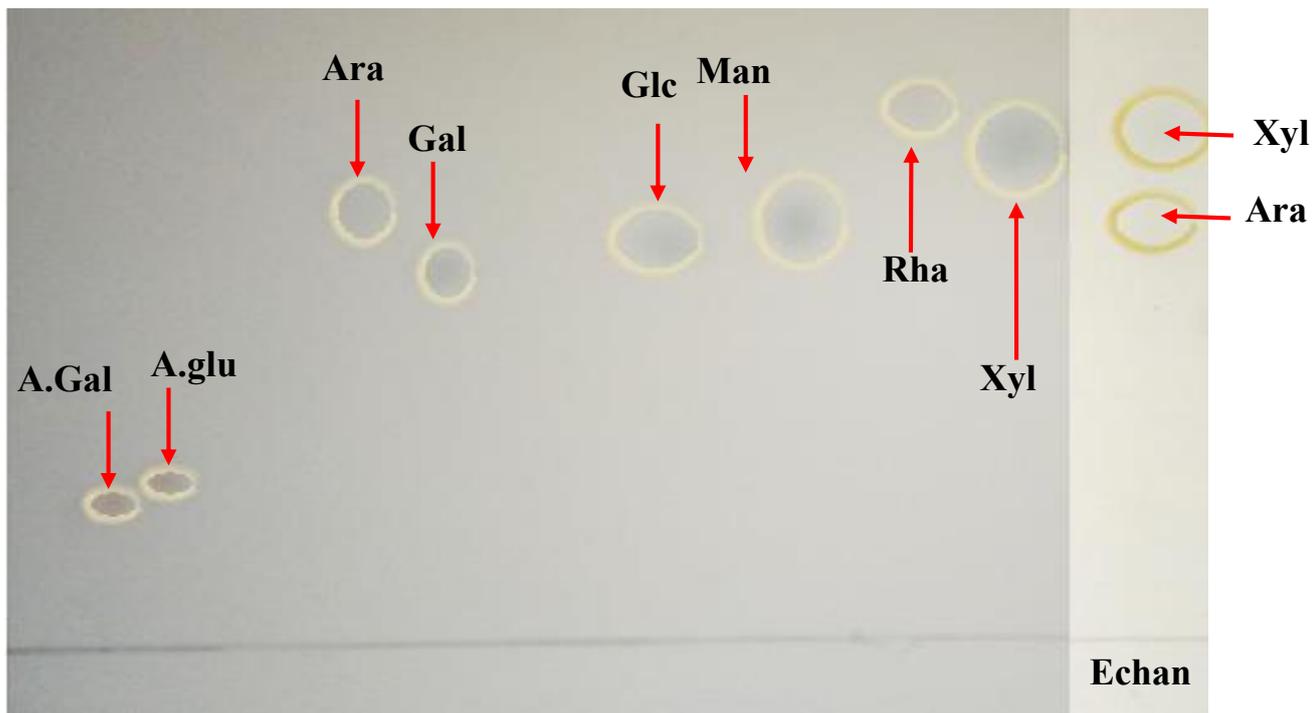


Figure 9 : chromatogramme des téguments des graines de *P. ciliata* du système I

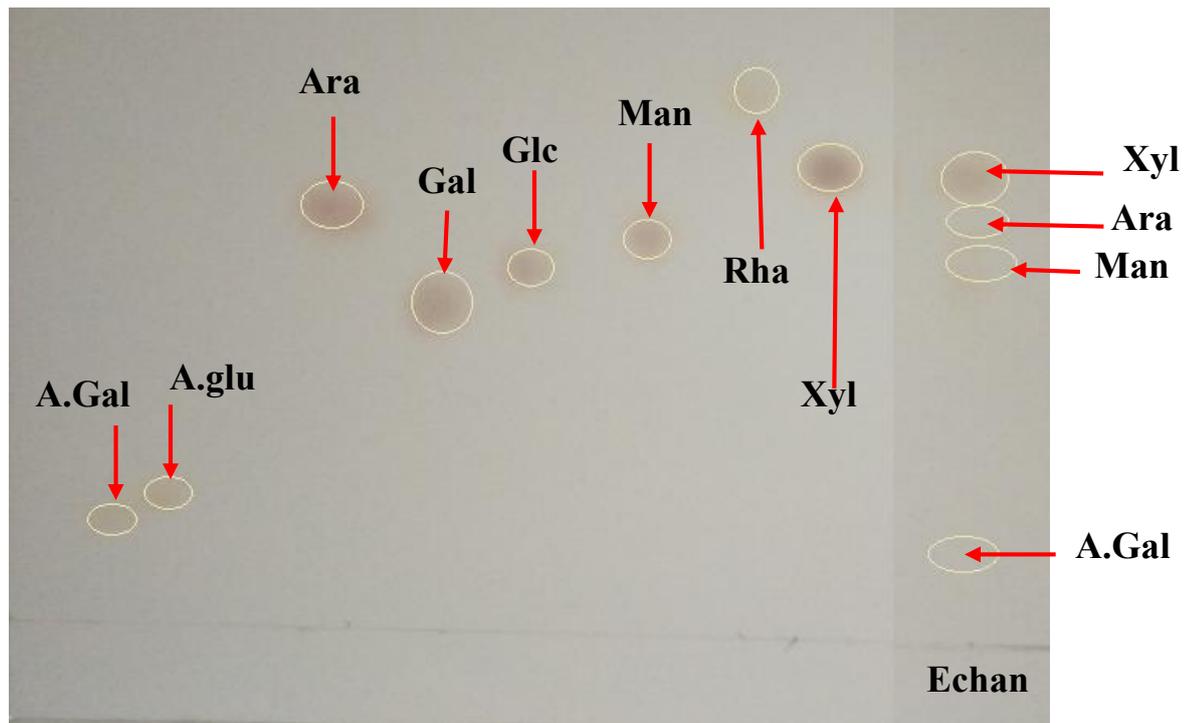


Figure 10 : chromatogramme des téguments des graines de *P. ciliata* du système II

III. 4. Caractérisation par Chromatographie liquide à haut performance (HPLC)

Les analyses des oses par Chromatographie liquide à haut performance (HPLC) montrent que les téguments de graines de *P. ciliata* composé de trois types des oses identifiés sont : rhamnose et arabinose et xylose, HPLC confirmer l'existence d'arabinoxylane dans les téguments des graines de *P. ciliata*.

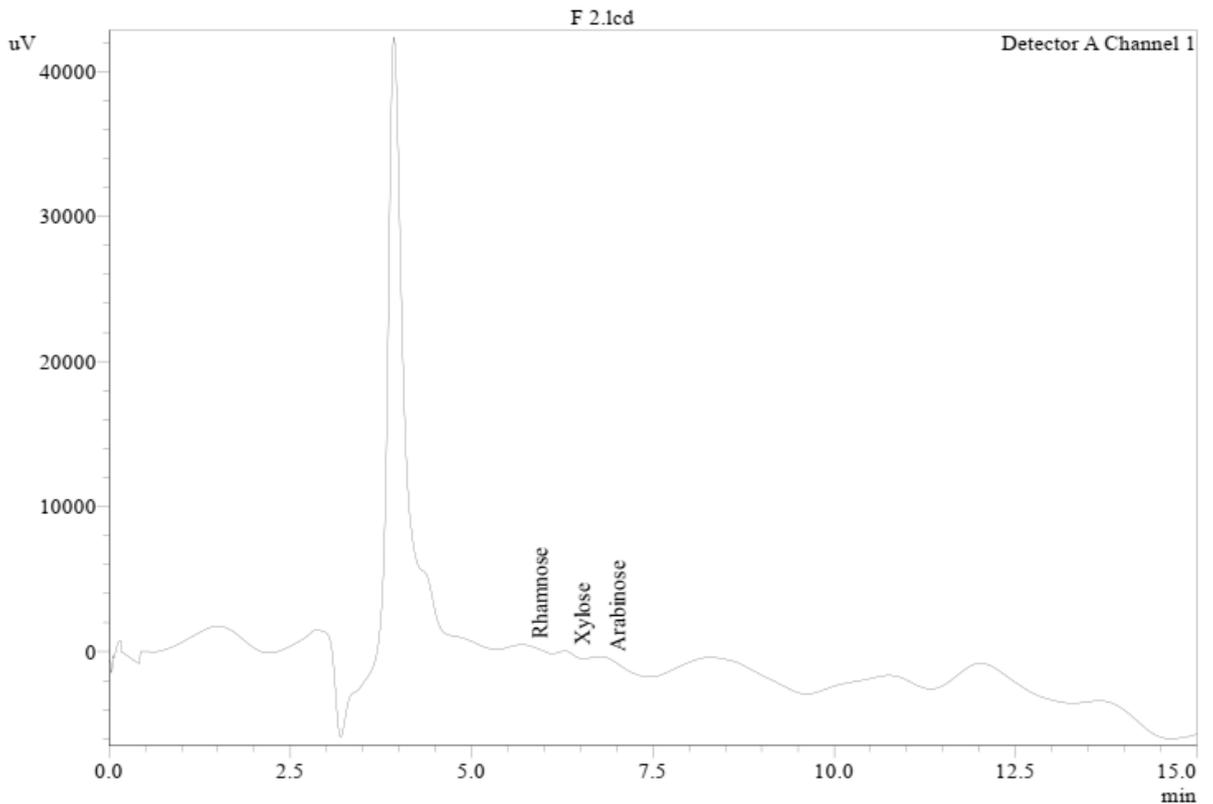


Figure 11 : Chromatogramme des oses des téguments des graines de *P. ciliata*

III.5. Activité anti complément de psyllium du *P.ciliata* via le test AP100

L'exploitation de la technique hémolytique fonctionnelle AP100 pour l'étude de l'activité anti complémentaire d'échantillon pour but de déterminer la dilution de sérum capable de provoquer 100% de la lyse des hématies (Frémeaux-Bacchi et al., 2012) et de déterminer la concentration des oligosaccharides capable d'inhiber 100% de la lyse des hématies provoquées par le complément contenu dans le SHN. Cela nous a permis d'obtenir les résultats suivants.

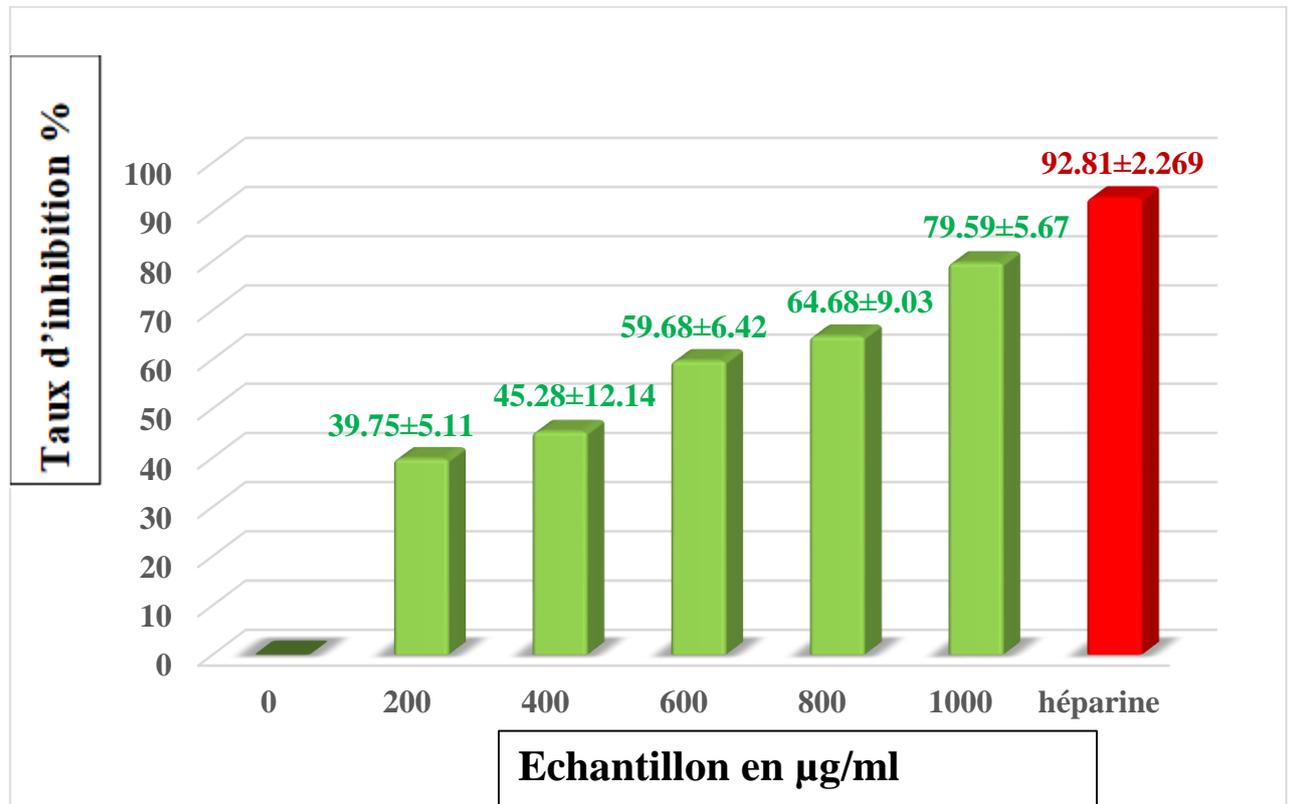


Figure 12 : Histogramme représente les pourcentages de l'inhibition de la lyse des hématies par le complément contenu dans le sérum humain normal en présence l'échantillon et en utilisant l'héparine comme contrôle positif.

Les résultats obtenus montrent que les téguments des graines isolée de *Plantago ciliata*, présentent une activité anti-complément et bloqué l'hémolyse des érythrocytes de manière dose dépendante où les pourcentages d'inhibition obtenus sont de l'ordre 39.75±5.11% , 45.28±12.14 % , 59.68±6.42 % , 64.68±9.03 % , et 79.59±5.67 % correspondant respectivement aux concentrations 200 µg/ml, 400 µg/ml, 600 µg/ml, 800 µg/ml, 1000µg/ml. Le contrôle positif ; l'héparine a bloqué aussi la lyse des hématies et a présenté une inhibition de 92.81±2.26% avec la concentration de 1000µg/ml. et on remarque que Le taux d'inhibition l'activation de la voie alterne du complément par l'héparine semble relativement élevée à les téguments des graines *Plantago ciliata* avec la concentration 1000µg/ml.

Les érythrocytes humain sont riches en acide sialique a charge négative sont des activateur de la voie alternative de complément (Cartron et Rahuel, 1995) et l'utilisation du gel d'agarose et les érythrocytes humain dans l'expérimentation ; des activateurs aussi de la voie alterne du complément ; nous permet donc de confirmer que l'activité anti complément est due les téguments des graines de *P. ciliata*.

Certaines caractéristiques chimiques comme une forte teneur en acide sialique ou en héparine renforcent l'affinité de H pour le C3b et confèrent un caractère non activateur à la surface considérée (**Fischer et Kazatchkine, 1993**). Le facteur H est une protéine plasmatique empêche l'activation du complément par la voie alterne (**Farries, 2010**). Il sert de cofacteur dans le clivage de C3b par le facteur I et il dissocie les convertases de la voie alterne. Plusieurs sites de liaison polyanioniques du facteur H dirigent ses activités régulatrices vers des surfaces qui portent des glycosaminoglycanes (GAG) et/ou de l'acide sialique (**Farries et al., 1988**). Le facteur H sera en compétition avec le facteur B pour le site de liaison au C3b. L'activité du facteur H dépend du contenu cellulaire en acide sialique. Ainsi, plus la concentration en acide sialique est élevée, plus l'activité du facteur H est élevée et moins le facteur B a d'affinité pour le C3b (**Martel, 2009**).

L'héparine c'est un inhibiteur *in vitro* de l'activation du complément. De nombreuses études ont valorisé l'importance de l'existence des groupements sulfates dans la structure chimique de l'héparine sur son activité anti-complément. En **1993, Sahu et Pangburn**, ont examiné l'activité de liaison de la SHN sur héparine-agarose par chromatographie d'affinité. Ils ont trouvé que 13 protéines du complément (C1q, C2, C4, C4bp, C1INH, B, D, H, P, C6, C8, C9 et Vitronectine) se lient à l'héparine, tandis que neuf protéines du complément (C1r, C1s, C3, FactorI, C5, C7, C3b, Ba et Bb) ne se lient pas à l'héparine. Et ont conclu que l'héparine inhibe l'activité du complément (**Yu et al., 2005**).

Les études réalisées précédemment par nombreux des chercheurs montrent que le poids moléculaire constituait un facteur positif important sur l'activité anti-complément (**Jin et al., 2015**), les teneurs relativement élevées en acide galacturonique sont importantes pour les activités anti complément des polysaccharides et aussi il a été signalé que des teneurs élevées en arabinose et en galactose sont des conditions nécessaires à l'activité anti-complément des polysaccharides, ainsi que l'existence des ramification pourraient être bénéfiques à l'activité anti-complément (**Du et al, 2016; Xia et al, 2020**)

En outre, les carboxyles réduits ont perdu l'activité anti complément, ce qui explique l'importance de l'acide galacturonique dans l'inhibition du complément par les polysaccharides au contraire de l'acide glucuronique qui n'a pas d'effet bénéfique sur l'activité anti complément (**Huo et al., 2020a**), et finalement les groupes hydroxyle des polysaccharides puissent servir d'accepteurs pour C3b et C4b (**Blondin et al., 1994**).

Partie III : Résultats et discussions

Les polysaccharides hydrosolubles de *Plantago notata*, sont plus efficaces que l'héparine (control positif) dans l'inhibition de l'activité de complément. La fraction polysaccharidique de *Plantago notata* montre une activité d'environ 55% plus élevée que le contrôle positif. A une concentration de 1000 µg/ml, les polysaccharides hydrosolubles de *Plantago notata*, a empêché presque la totalité de l'activité hémolytique du sérum humain normal; soit 93.60%, montrant un effet inhibiteur de l'activité du complément par le biais de la voie classique (**Boual. 2014**).

Les fractions de polysaccharide des graines de *Plantago major*, contenant un hétéroxylane acide ayant une puissante activité anti complément (**Samuelsen. 2000**), les études ont montré qu'il y'a une relation entre la structure des fractions isolées et leurs activités anti complément (**Huo et al., 2020b; Xia et al., 2020**). L'hétéroxylane extrait du *Plantago major* à inhiber 90% de la lyse des érythrocytes a 750µg/ml, qui est une activité inhibitrice très importante. La fraction obtenue après hydrolyse de l'extrait brut est composée de 37.5% de xylose, 27.6% d'arabinose, 17.3% d'acide galacturonique, 5.2% d'acide glucuronique, 6.8% de galactose, 4.0% de glucose et de traces de rhamnose (**Samuelsen et al., 1999**)

Conclusion

Conclusion :

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Notre travail dirigé pour caractériser une nouvelle source de psyllium extraite de *Plantago ciliata* récolte de la région de Zelfana, située au Sahara septentrional Est algérien. Cette plante est utilisée en médecine traditionnelle grâce à ses propriétés médicinales.

La caractérisation physico-chimique des téguments des graines de *P. ciliata* est réalisée par différentes méthodes. D'après les résultats, et par la comparaison avec le psyllium de marché il apparaît qu'il existe une similitude dans le taux d'humidité et les cendre et les polyphénols, flavonoïdes et existence une petite différence dans les teneurs de Calcium et le Fer, et existence une grande différence par rapport les teneurs de Plomb et Chrom et Magnésium et Potassium.

L'analyse qualitative par chromatographie sur couche mince (CCM) et par chromatographie liquide à haut performance (HPLC) après hydrolyse par TFA à 2 M durant 90 min à 120 °C révèlent que les téguments de graines de *Plantago ciliata* sont constitués principalement d'arabinose, et de xylose (arabinoxylane).

L'activité anti-complément *in vitro* des téguments des graines de *P. ciliata* est testée par le test anti-hémolytique via la technique AP100 montré que téguments des graines de *P. ciliata* inhibent le complément d'une manière dose-dépendante. Où ils inhibent 79.59 % de l'activation de la voie alterne à une concentration 1000µg/ml tandis que l'héparine ; un oligosaccharide sulfaté utilisé comme contrôle positif ; avec la même concentration a provoqué une inhibition de 92.81 %. Le tégument des graines de *Plantago ciliata* peut être utilisé comme deuxième source de psyllium.

Perspectives :

- Faire une analyse structurale par spectrométrie de masse SM et par la résonance magnétique RMN est recommandée pour établir la relation structure fonction entre l'extrait et les activités

- Développer des médicaments des maladies auto immune et les maladies associe à l'inflammation à base de plantes, doués d'une activité anti- compléments
- Déterminer de nouvelles substances bioactives naturelles pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.

Référence bibliographique

-A-

- Addoun N,(2021) Caractérisation, comportement rhéologique et activités biologiques de polysaccharide hydrosoluble issu des graines de *Plantago ciliata* Desf. récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Est Algérien), Thèse de doctorat, Biochimie, Université Kasdi Merbah-Ouargla p :2-118
- Adom, M. B., Taher, M., Mutalabisin, M. F., Amri, M. S., Abdul Kudos, M. B., Wan Sulaiman, M. W. A., ... Susanti, D. (2017). Chemical constituents and medical benefits of *Plantago major*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 96, 348–360. doi:10.1016/j.biopha.2017.09.152
- A. F. G. Cicero, G. Derosa, M. Manca, M. Bove, C. Borghi and A. V. Gaddi, Different effect of psyllium and guar dietary supplementation on blood pressure control in hypertensive overweight patients: a six-month, randomized clinical trial, *Clin. Exp. Hypertens.*, 2007, 29, 383–394.
- Ahmad, N., & Zakaria, M. R. (2019). Oligosaccharide From Hemicellulose. *Lignocellulose for Future Bioeconomy*, 135–152. doi:10.1016/b978-0-12-816354-2.00008-6
- Alabi, M. A., Muthusamy, A., Kabekkodu, S. P., Adebawo, O. O., & Satyamoorthy, K. (2020). Anticancer Properties of Recipes Derived from Nigeria and African Medicinal Plants on Breast Cancer Cells in Vitro. *Scientific African*, e00446. doi:10.1016/j.sciaf.2020.e00446
- Anonymous. Good Agriculture Practice for Isabgol. Director of Medicinal and Aromatic Plants research,Boriavi, Anand, 2015.
- Anderson, T.A., Malaviya, P. & Osma, E. (2015). Using Conventional HPLC to Study the Interaction of Pharmaceuticals and Personal Care Products (Ppcps) with Plants. *Pharm Anal Acta*, 6: 414. doi:10.4172/21532435.1000414.
- A. Rahimi*, F. Sayadi, H. Dashti, A. Tajabadi pour. Effects of water and nitrogen supply on growth, water-use efficiency and mucilage yield of isabgol (*Plantago ovata* Forsk) 2013, 13 (2), 341-354
- Audigie C., FIGARELLA J. et ZONZAIN F., 1984.- Manipulations d'analyse biochimique. Ed. doin, Paris: 3-4.
- Audigie C., FIGARELLA J et ZONZAIN F., 1980.- Nanitilus: Exemplaires: Biochimie structurale. Ed. doin, Paris. 232p

- Audigie C., DUPONT G. et ZONZAIN F., 1995.- Principe des méthodes d'analyse biochimique, 2ème Edition. Ed. Biosciences et Technique, Paris. 44-56p.

-B-

- Barkhatov. V. et ELISSEEV V., 1979.- Guide des travaux pratiques du contrôle technico chimique de la production des conserves. Boumerdes: 23-41.
- Bao X., Yuan H., Wang C., Liu J. and Lan M., (2013). Antitumor and immunomodulatory activities of a polysaccharide from *Artemisia argyi*. *Carbohydrate Polymers*, volume 98: 1236-1243
- Behbahani, B.A., Yazdi, F.T., Shahidi, F., Hesarinejad, M.A., Mortazavi, S.A., & Mohebbi, M. (2017). *Plantago major* seed mucilage: Optimization of extraction and some physicochemical and rheological aspects. *Carbohydrate Polymers*, 155, 68-77.
- Benaoun, F., Delattre, C., Boual, Z., Ursu, A.V., Vial, C., Gardarin, C., Wadouachi, A., Le Cerf, D., Varacavoudin, T., Ould El-Hadj, M.D., Michaud, P., & Pierre, G. (2017). Structural characterization and rheological behavior of a heteroxylan extracted from *Plantago notata* Lagasca (*Plantaginaceae*) seeds. *Carbohydrate Polymers*, 175, 96-104.
- Benaoun, F. (2017). Caractérisation Structurale et Potentiel Biologique des Polysaccharides issus de *Plantago notata* Lagasca (*Plantaginaceae*) et *Urginea noctiflora* Batt. et Trab. (*Liliaceae*). Thèse de doctorat, Nutrition et Sciences des Aliments, Université Kasdi Merbah-Ouargla, Université Clermont Auvergne, 26-158P.
- Benchelah, A.C., Bouziane, H.M.M. & Ouahes, C. (2000). *Fleurs du Sahara voyage ethnobotanique avec les touareges de Tassili*. Ed. IBIS Press Atlantica, 193p
- Benhamza, L. (2008). Effets biologiques de la petite centauree *Erythraea centaurei* (L.) Pers. Thèse de doctorat, Sciences Vétérinaires, Université Mentouri Constantine, 60-66P
- Blom C.W.P.M., 1992.- Ecology of *Plantago* populations. Germination and establishment. In: *Plantago: a multidisciplinary study*. P.J.C. Kuiper & M. Bos (eds.), *Ecological Studies*, 89, Springer-Verlag, Paris, 88-98.
- Bouallala, M., BRADAI, L., et ABID, M. (2014). Diversité et utilisation des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien dans la pharmacopée saharienne. Cas de la région du Souf. *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, 7(2), 18 – 26.

- Boccon-Gibod J., 1989b.- La technologie de la culture in vitro. In : La culture in vitro et ses applications horticoles. H. Vidalie (ed.), 3e éd., Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 37-62.
- Boual, Z., Kemassi, A., Hamid Oudjana, A., Michaud, P., & Ould El Hadj, M.D. (2013). Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora* L. (Malvaceae) : activité prébiotique. *Lebanese Science Journal*, 14 (2), 41-51.
- Boual, Z., Kemassi, A., HAMID OUDJANA, A., Michaud, P., & OULD, E. H. M. (2013a).Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora* l.(Malvaceae): activité prébiotique. *Lebanese Science Journal*, 14(2), 41-51.
- Boual, Z., Kemassi, A., Hamid Oudjana, A., Michaud, P., &Ould, E. H. M. D. (2013b).
- Boual Z., Kemassi A., Michaud P., et 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 aridenvironment*, vol. 1: 52-60.
- Blondin C, Chaubet F, Nardella A, Siquin C, Jozefonvicz J; 1996. Relationships between chemical characteristics and anticomplementary activity of fucans. *Biomaterials* vol (17):597-603.
- Blondin C, Fischer E, Boisson-Vidal C, Kazatchkine MD, Jozefonvicz J. 1994. Inhibition of complement activation by natural sulfated polysaccharides (fucans) from brown seaweed. *Molecular immunology* 31(4):247-253.
- Boual Z, Kemassi A, Michaud P, et Ould el Hadj M. D ; 2013. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles *Malva Parviflora* L. activité prébiotique .*Lebanese Science Journal*, vol 14 (2) : 41-49
- Boual, Z. (2014). Caractérisation physico-chimique des polysaccharides de quelques plantes spontanées à caractère médicinal récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Est algérien) : Activité biologique. Thèse de doctorat, Biochimie, Université Kasdi Merbah-Ouargla, Algérie, 10-119P.
- Boual Zakaria, OULD EL HADJ-KHELIL Aminata, KEMASSI Abdellah,DADDI BOUHOUN Mustapha, 2012.- Etude comparative des activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits éthanoliques des graines de deux plantes spontanées à

caractère médicinales récoltées dans la région de Ghardaïa. *PhytoChem & BioSub Journal* Vol. 5 (2). www.posl.webs.com ISSN 2170-1768.

- Brown, G.W. (2013). *Desert biology : Special topics on the physical and biological aspects of arid regions*. Ed. Academic Press, London, 151p.

-C-

- Caractérisation physico-chimique et biochimique des bulbes d'*Urgineanoctiflora* (Liliaceae) récoltée dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est Algérie): Activités antioxydantes et antimicrobiennes. *PhytoChem et Bio Sub Journal*, 7, 2170-1768.
- Cartron, J. P. Rahuel, C. (1995). MNSs and major glycophorins of human erythrocytes. *Transfusion clinique et biologique*, 2(4), 251-258.
- Craeyveld, V.V., Delcour, J.A., & Christophe, M.C. (2009). Extractability and chemical and enzymic degradation of psyllium (*Plantago ovata* Forsk) seed husk arabinoxylans. *Food Chemistry*, 112, 812-819.
- Chen, L., Huang, G., & Hu, J. (2018). Preparation, deproteinization, characterisation, and antioxidant activity of polysaccharide from cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 408–411. doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.12.034
- 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: 46-4
- Chung I-M, Kim E-H, Kim J-J, Moon H-I. 2011. Inhibition effects of the classical pathway complement of isolated compounds from *Quercus glauca*. *Human & experimental toxicology* 30(9):1415-1419
- C. Koliaki, S. Liatis and A. Kokkinos, Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship, *Metab., Clin. Exp.*, 2019, 92, 98–107.
- C. Meisinger, W. Koenig, J. Baumert and A. Döring, Uric acid levels are associated with all-cause and cardiovascular disease mortality independent of systemic inflammation in men from the general population: the MONICA/KORA cohort study, *Arterioscler., Thromb., Vasc. Biol.*, 2008, 28, 1186–1192

-D-

- David, J., & Hazel, P. (1998). *Analytical biochemistry*, 3ème Edition. Ed

- Delattre.C. (2005). Stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation Enzymatique de glucuronanes. Thèse de doctorat, université de Picardie jules verne, Valois Santerre, P: 172.
- Dhar, M. K.; Kaul, S.; Sareen, S.; Koul, A. K. *Plantago ovata*: genetic diversity, cultivation, utilization and chemistry. *Plant Genetic Resources: characterization and utilization*,. 2005, 3(02),252- 26
- Dhingra D. Michael M, Rajput H, et al. Dietary fibre in foods: a review. *J Food Set Technol* 2012,49(3):255-266
- Diallo D, Paulsen BS, Liljebäck TH, Michaelsen TE. 2001. Polysaccharides from the roots of *Entada africana* Guill. et Perr., Mimosaceae, with complement fixing activity. *Journal of Ethnopharmacology* 74(2):159-171.
- Djeridane, A. (2008). Evaluation du pouvoir antioxydant et de l'inhibition d'enzymes (la Carboxylestérase et l'Acylase) par des extraits phénoliques de dix-neuf plantes médicinales locales. Thèse de doctorat, Chimie Moléculaire, École Normale Supérieure De Kouba-Alger, 19-92P.

-E-

- Edwards, S., Chaplin, M.F., Blackwood, A.D., & Dettmar, P.W. (2003). Primary structure of arabinoxylans of ispaghula husk and wheat bran. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(1), 217-222.

-F-

- Fabre, M.C., Genin, A., Merigoux, J., & Moget, E. (1992). *Herboristerie familiale. Des recettes simples avec des plantes simples pour résoudre les problèmes simples.*103p
- Favreau J., 1980.- Aspects pratiques de la multiplication des ligneux par bouturage sous abri. In : *La multiplication végétative des plantes supérieures.* R.Chaussat & C. Bigot (eds.), Gauthier-Villars, Bordas,Paris, 259-277
- Fischer, M.H., N.X. Yu, G.R. Gray, J. Ralph, L. Anderson and J.A. Marlett (2004). The gelforming polysaccharide of psyllium husk (*Plantago ovata* Forsk). *Carb. Res.* 339: 2009–2017.
- Flanagan L.B. & R.L. Jefferies, 1989.- Photosynthetic and stomatal responses of the halophyte *Plantago maritima* L. to fluctuations in salinity. *Plant Cell Environ.*, 12, 559-568.

- Forbes P.J., C.H. Ellison & J.E. Hooker, 1996.- The impact of arbuscular mycorrhizal fungi and temperature on root system development. *Agronomie*, 16,617-620.
- Françoise Fons, Annick Gargadennec and Sylvie Rapior, Culture of *Plantago* species as bioactive components resources: a 20-year review and recent applications 2008, 155 (2), 277-300
- Frémeaux-Bacchi V, Ngo S, Bordereau P, Poulain N, Roncelin S, Blouin J, Roumenina LT, Dragon-Durey M-A. 2012a. Exploration du complément : actualités 2012. *Revue Francophone des Laboratoires* 2012(444):31-37.

-G-

- Gagnaire J., P. Binet & G. Féraud, 1975.- Action du chlorure de sodium sur la localisation du soufre marqué par ³⁵S chez un halophyte, *Plantago maritima* (L.), en culture hydroponique. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 280, 29-31
- Gao H-w, Zhang M-m, Liu Y-l, Xu Q-m, Yang S-l. 2013. Anticomplement activity of ginsenosides from *Panax ginseng*. *Journal of Functional Foods* 5(1):498-502
- Gazer, M.H., & Shalabi, L.F. (2016). The role of pollen morphology in the identification and classification of *Plantago* (Plantaginaceae). *The Egyptian Society of Experimental Biology*, 10, 125-132.
- George E.F., 1993.- *Plant propagation by tissue culture,1 - The technology*, 2e ed. Energetics Ltd., Edington, England, 574 p.
- G. Marcelin, A. L. M. Silveira, L. B. Martins, A. V. Ferreira and K. Clément, Deciphering the cellular interplays underlying obesity-induced adipose tissue fibrosis, *J. Clin. Invest.*, 2019, 129, 4032–4040
- GOI. 1997–1999. *Monthly Statistics of the Foreign Trade of India 1997–99 (Vol. 1)*. Exports and Re-exports. Directorate General of Commercial Intelligence & Statistics, Ministry of Commerce, Government of India: Calcutta
- Gomez-Caravaca A.M., Gomez-Romero M., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A., 2006. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*.
- Pp1220-1234
- Gonçalves, S., & Romano, A. (2016). The medicinal potential of plants from the genus *Plantago* (Plantaginaceae). *Journal of Industrial Crops and Products*, 83, 213-226
- Guéguen.L, ÉTUDE DE LA COMPOSITION MINÉRALE DE QUELQUES ESPÈCES FOURRAGÈRES. INFLUENCE DU STADE DE DÉVELOPPEMENT ET

DU CYCLE DE VÉGÉTATION. Annales de zootechnie, 1959, 8 (3), pp.245-268. fihal-00886710ff

- Guo qian, Steve W. Cui, Q. Wang, J. Christopher Young. Fractionation and physicochemical characterization of psyllium gum. Carbohydrate Polymers 73 (2008) 35–43.

-J-

- James M. Cowley David ,M., McNeil, D. L., Lui, K. Y., Barsby, J. P., Ciani, S., Cerne, V., Burton, R. A. (2022).Rain events at maturity severely impact the seed quality of psyllium (*Plantago ovata* Forssk.). Journal of Agronomy and Crop Science, 00, 1–15. <https://doi.org/10.1111/jac.12603>
- J. C. DAGAR*, Y. KUMAR AND O. S. TOMAR, CULTIVATION OF MEDICINAL ISABGO (*PLANTAGO OVATA*) IN ALKALI SOILS IN SEMIARID REGIONS OF NORTHERN INDIA 17: 275–283 (2006)
- Jeong S-C, Cho S-P, Yang B-K, Gu Y-A, Jang J-H, Huh T-L, Song C-H. 2004. Production of an anti-complement exo-polymer produced by *Auricularia auricula-judae* in submerged culture. Biotechnology Letters 26(11):923-927.
- Jérôme j, perry, James t, staley.stephen , lory ; 2004. Microbiologie. Ed : Dunod, paris :247-248.
- Jin W, Fang Q, Jiang D, Li T, Wei B, Sun J, Zhang W, Zhang Z, Zhang F, Linhardt RJ. 2020. Structural characteristics and anti-complement activities of polysaccharides from *Sargassum hemiphyllum*. Glycoconjugate Journal 37(5):553-563
- J. M. Brum, R. D. Gibb, J. C. Peters and R. D. Mattes, Satiety effects of psyllium in healthy volunteers, Appetite,2016, 105, 27–36
- Joseph M. Storey, Wendy C. Andersen, Andrea Heise, Sherri B. Turnipseed, Jack Lohne, Terri Thomas & Mark Madson (2015) A rapid liquid chromatography determination of free formaldehyde in cod, Food Additives & Contaminants: Part A, 32:5, 657-664, DOI: 10.1080/19440049.2015.1020530
- Josepha M. M., Aravind S. R., George S. K., Pillai K. R., Mini S. and Sreelekha T.T., (2014).Antitumor activity of galactoxyloglucan-gold nanoparticles against murine ascites and solid carcinoma. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, volume 116: 219-227.

- J. W. McRorie and N. M. McKeown, Understanding the Physics of Functional Fibers in the Gastrointestinal Tract: An Evidence-Based Approach to Resolving Enduring Misconceptions about Insoluble and Soluble Fiber, *J. Acad. Nutr. Diet.*, 2017, 117,
- J. X. Zeng, J. Wang, S. W. Zhang, J. X. Zhu, M. Li, W. H. Huang, J. Y. Wan, H. Q. Yao, C. Z. Wang and C. S. Yuan, Antigout Effects of *Plantago asiatica*: Xanthine Oxidase Inhibitory Activities Assessed by Electrochemical Biosensing Method, *Evidence-Based Complementary Altern. Med.*, 2018, 2018, 1364617. Supervised by Dr. Zeeshan Qaiser, Compiled by Mahnoor Khan Sponsored by Parina Pharma Pvt. Ltd, the psyllium .

-H-

- Hamurcu M., MUSA OZCAN M., DURSUN N., GEZGIN S., 2010.- Mineral and heavy metal levels of some fruits grown at the roadsides. *Food Chem. Toxicol*, vol. 48: 1767-1770.
- Harvey D.M.R., 1989.- Salinity tolerance in *Plantago* species: an ultrastructural and X-ray microanalytical investigation of differences in ion transport in the roots. *Scanning Microsc.*, 3, 527-533
- Hashemifesharaki, R. 2020. Moisture-Dependent Engineering Characterization of Psyllium Seeds: Physical, Frictional, Aerodynamic, Mechanical, and Thermal Properties. *J. Biosyst. Eng.*, 45(4): 374-384.
- Horner J.M. & J.N.B. Bell, 1995.- Evolution of fluoride tolerance in *Plantago lanceolata*. *Sci. Total Environ.*, 159, 163-168.
- Hoton-Dorge, M. (1976). Séparation des aldoses et des polysaccharides par chromatographie en couche mince de cellulose et nouveau réactif de pulvérisation permettant leur révélation sensible. *Journal of Chromatography A*, 116(2), 417-423.
- Hu, J.L., Nie, S.P., Li, C., & Xie, M.Y. (2013b). In vitro fermentation of polysaccharide from the seeds of *Plantago asiatica* L. by human fecal microbiota. *Food Hydrocolloids*, 33, 384-392.
- Huang, D.F., Tang, Y.F., Nie, S.P., Wan, Y., Xie, M.Y., & Xie, X.M. (2009). Effect of phenylethanoid glycosides and polysaccharides from the seed of *Plantago asiatica* L. on the maturation of murine bone marrow-derived dendritic cells. *European Journal of Pharmacology*, 620, 105-111

- Huo J, Lu Y, Jiao Y, Chen D. 2020a. Structural characterization and anticomplement activity of an acidic polysaccharide from *Hedyotis diffusa*. *International journal of biological macromolecules* 155:1553-1560.
- Huo J, Lu Y, Xia L, Chen D. 2020b. Structural characterization and anticomplement activities of three acidic homogeneous polysaccharides from *Artemisia annua*. *Journal of ethnopharmacology* 247:112281.
- H.-W. Koyro *.Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.) 56 (2006) 136–146

-K-

- Kakoli Sutradhar¹, Md. Rafat Tahsin², Sania Ashrafi³, Sonia Ferdousy⁴, Tahmina Akter⁵, Fahima Aktar⁶, Jakir Ahmed Chowdhury⁷, Abu Asad Chowdhury⁶, Shaila Kabir⁶ and Md. Phytochemical, Biochemical and Pharmacological Properties of *Plantago ovata* (Ispaghula Husk) – A Review Shah Amran. *Dhaka Univ. J. Pharm. Sci.* 21(2): 231-243, 2022 (December) DOI: <https://doi.org/10.3329/dujps.v21i2.63123>
- Kamnev A. A., CALCE E., TARANTILIS P. A., TUGAROVA A. V. and DE LUCA S ; 2015. Pectin functionalised by fatty acids: Diffuse reflectance infrared Fourier transform (DRIFT) spectroscopic characterization. *Journal of Molecular Structure*, vol(1079): 74-77.
- Kecmanovic et al. 2006). Kecmanovic DM, Pavlov MJ, Ceranic MS, Kerkez MD, Rankovic VI, and Masirevic VP.(2006) Bulk agent *Plantago ovata* after Milligan-Morgan hemorrhoidectomy with Ligasure™. *Phytotherapy Research* 20(8): 655–658.
- Kerboua KE, Djenouhat K. 2020. Semi-solid phase assay for the alternative complement pathway activity assessment (AP100). *Journal of Immunoassay and Immunochemistry* 41(2):144-151.
- Khaliq R Tita O, Antofie MM, et al. Industrial application of psyllium: an overview. *Acta Unio Cibi.* 2015;67(1):210-214.
- Khaliq Rehana ;TITA Ovidiu ; ANTOFIE Maria Mihaela ; SAVA Camelia. INDUSTRIAL APPLICATION OF PSYLLIUM: AN OVERVIEW 2015 DOI: 10.1515/aucts-2015-0092p:210-214
. <https://www.researchgate.net/publication/283193931>
- Kim, O.Chun, Y.Kim, H.Moon, C.Lee, "Quantification of phenolics and their antioxidant capacity in fresh plums" *J. Agric. Food Chem.*, 2003, Vol. (51), page : 6509.

- Koyro, H.-W., 2000. Effect of high NaCl-salinity on plant growth, leaf morphology, and ion composition in leaf tissues of *Beta vulgaris* ssp. *maritima*. *J. Appl. Bot.* 74, 67–73.
- Kobeasy M.I., ABDEL-FATAH O.M., ABD EL-SALAM S.M., et ZHRAT EL-OLA M. M., 2011-Biochemical studies on *Plantago major* L. and *Cyamopsis tetragonoloba* L. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, vol. 3(3): 83-91

-L-

- Lagnika, "Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises" Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2005, page : 249.
- Lee SM, Kim JH, Zhang Y, An RB, Min BS, Hyouk J, Kyu LH. 2003. Anti-complementary activity of protostane-type triterpenes from *Alismatis rhizoma*. *Archives of pharmacal research* 26(6):463-465.
- Lee SJ, Lee HS, Kim SY, Shin K-S. 2018. Immunostimulatory and anti-metastatic activity of polysaccharides isolated from byproducts of the corn starch industry. *Carbohydrate polymers* 181:911-917
- Lim, T.K. (2013). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants, Volume 6, Fruits*. 1ère Ed. Springer, 606p.
- Lim, T.K. (2014). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants, Volume 7, Flowers*. 1ère Ed. Springer, 1115p.
- Ling, K.H., Kian, C.T., & Hoon, T.C., (2009). *A Guide to Medicinal Plants-An Illustrated*. Ed. World Scientific Publishing, Singapore, 312p.
- Liu H, Wang J, Zhang Q, Zhang H. 2018. The effect of different substitute groups and molecular weights of fucoidan on neuroprotective and anticomplement activity. *International journal of biological macromolecules* 113:82-8
- L. Li, X. Zhou, N. Li, M. Sun, J. Lv and Z. Xu, Herbal drugs against cardiovascular disease: traditional medicine and modern development, *Drug Discovery Today*, 2015, 20,1074–1086.

-M-

- Maathuis F.J.M. & H.B.A. Prins, 1990.- Patch clamp studies on root cell vacuoles of a salt-tolerant and a saltsensitive *Plantago* species. *Plant Physiol.*, 92, 23-28.

- Maiti S and Geetha KA (2004) The green doctor. Times Agriculture Journal, July/August, http://www.etagriculture.com/july_aug04/spotlight.htm Bikaner and Rajasthan. Scope of cultivation and value chain perspectives of medicinal herbs in India: A case study on aloe Vera and Isabgol 019; 8(2): 243-246.
- Malak R. REZK and I. HORVÁTH .STUDIES ON THE LIGHT SENSITIVITY OF PLANTAGO MAJOR L. SEEDS III. THE EFFECT OF LIGHT COLOUR AND INTENSITY 1967 (30-33)
- Marouf A ; Gérard T.R ; 2009. Abrégé de biochimie Appliqué .Edition EDP science : 20-21.
- Meyer, V. R. (2010). Practical High-Performance Liquid Chromatography. 1st German edition . DOI:10.1002/9780470688427.
- Mathur DP, Rangarajan B and Gupta V (1990) Psyllium Production and Marketing in India. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co.Stebbins GL and Day A (1967) Cytogenetic evolution for long continued stability in genus Plantago. Evolution 21:409–428
- McNeil D.L. & R.S. Duran, 1992.- Effects of pre-germination treatments on seedling establishment and development of Plantago ovata Forsk. Trop. Agric.,69, 229-234.
- Mehta N, Madaan RL and Thakur DP (1985) Record of Isabgol wilt from Haryana. Haryana Agricultural University Journal of Research 15: 473–474
- Meyer R. Veronika . The 1000 bar and 24 hour limits of one-dimensional HPLC – graphical representations Anal Bioanal Chem (2010) 396:1633–1640
DOI 10.1007/s00216-009-3430-4
- Miao S.L. & F.A. Bazzaz, 1990.- Responses to nutrient pulses of two colonizers requiring different disturbance frequencies. Ecology, 71, 2166-2178
- Michaelsen T, Gilje A, Samuelsen A, Høgåsen K, Paulsen B. 2000. Interaction between human complement and a pectin type polysaccharide fraction, PMII, from the leaves of Plantago major L. Scandinavian Journal of Immunology 52(5):483-490.
- Morgan BP. 2000. The complement system: an overview. Complement methods and protocols:1-13
- Mona, Y. Khalil, How-far Would Plantago afra L. Respond to Bio and Organic Manures Amendements 2(1): 12-21, 2006.

- Morales P, Azagra M, Martin C, Niso M, Belar N, Berasategui M (2022). Anaphylactic Shock Due to Psyllium (Plantago ovate Seed) Allergy: A Case Report. Food and Nutrition Sciences, 13, 1-5
- M. Sierra, J. J. García, N. Fernández, M. J. Diez and A. P. Calle, Therapeutic effects of psyllium in type 2 diabetic patients, Eur. J. Clin. Nutr., 2002, 56, 830–842.

-N-

- Nirav U. Joshi* and Mukesh N. Dabhi,(2022) Moisture Dependent Physical Properties of Psyllium Seeds for Different Varieties 15(Special Issue): 427-435
DOI: 10.30954/0974-1712.03.2022.19

-O-

- Ozenda, P. (2004). Flore et végétation du Sahara. 3ème Ed. CNRS, Paris, 670p

-P-

- Paulsen, B. S., Olafsdottir, E. S., &Ingólfssdóttir, K. (2002). Chromatography and electrophoresis in separation and characterization of polysaccharides from lichens.Journal of chromatography, 967(1), 163-171.
- Pawar, H., & Varkhade, C. (2014). Isolation, characterization and investigation of Plantago ovata husk polysaccharide as superdisintegrant. International Journal of Biological Macromolecules, 69, 52-58.
- Pons T.L., 1992.- Seed germination of Plantago major ssp. major and Plantago lanceolata. In: Plantago: a multidisciplinary study. P.J.C. Kuiper & M. Bos (eds.), Ecological Studies, 89, Springer-Verlag, Paris, 161-169
- Puech S., J.P. Rascol, V. Michel & C. Andary, 1998.- Cytogenetics and adaptation to increasingly arid environments: the example of Plantago albicans L.(Plantaginaceae). Biochem. Syst. Ecol., 26, 267-283.

-Q-

- Qaisrani Tahira Batool, Masood Sadiq Butt, Safdar Hussain , and Muhammad Ibrahim. CHARACTERIZATION AND UTILIZATION OF PSYLLIUM HUSK FOR THE PREPARATION OF DIETETIC COOKIES. Volume 3, No.3, 2014.
- Qian Guo a, Steve W. Cui b,* , Q. Wang b, J. Christopher Young b Fractionation and physicochemical characterization of psyllium gum 2007p.39/38
- Quézel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Centre National de la Recherche Scientifique, 1170p

-R-

- R.-C. Tong, M. Qi, Q.-M. Yang, P.-F. Li, D.-D. Wang, J.-P. Lan, Z.-T. Wang and L. Yang, Extract of L. Seeds Ameliorates Hypertension in Spontaneously Hypertensive Rats by Inhibition of Angiotensin Converting Enzyme, *Front. Pharmacol.*, 2019, 10, 403
- Raymond Wei Wern Chong, Malcolm Ball, Christopher McRae, Nicolle H. Packer. Comparing the chemical composition of dietary fibres prepared from sugarcane, psyllium husk and wheat dextrin. *Food Chemistry* 298 (2019) 125032.
- Rehman, S., Nabi, B., Baboota, S., & Ali, J. (2019). Natural anti-inflammatory agents for the management of osteoarthritis. *Discovery and Development of Anti-Inflammatory Agents from Natural Products*, 101–140. doi:10.1016/b978-0-12-816992-6.00004-8.
- Rioux L. E. 2010.- Caractérisation structurale et évaluation de l'activité biologique de polysaccharides extraits de *Saccharina longicuris*.
- Rosain J, Ngo S, Bordereau P, Poulain N, Roncelin S, Martins PV, Dragon-Durey M-A, Frémeaux-Bacchi V. Complement deficiencies and human diseases; 2014a. p 271-280.
- Rosain J, Ngo S, Bordereau P, Poulain N, Roncelin S, Martins PV, Dragon-Durey M-A, Frémeaux-Bacchi V. Déficits en protéines du complément et pathologies humaines; 2014b. p 271-280
- Rozema J., J. De Bruin & R.A. Broekman, 1992.- Effect of boron on the growth and mineral economy of some halophytes and non-halophytes. *New Phytol.*, 121,249-256

-S-

- Sagar G.L. & J.L. Harper, 1960.- Factors affecting the germination and early establishment of plantains (*Plantago lanceolata*, *P. media* and *P. major*). In: *The biology of weeds*. J.L. Harper (ed.), *Brit. Ecol. Soc. Symp.*, 1, Blackwell, Oxford, 236-245
- Saghir, S., Iqbal, M S., Hussain, M A., Koschella, A., & Heinze, T. (2008). Structure characterization and carboxymethylation of arabinoxylan isolated from *Ispaghula* (*Plantago ovata*) seed husk. *Carbohydrate Polymers*, 74, 309-317.
- Samuelsen, A., Lund, I., Djahromi, J., Paulsen, B., Wold, J., & Knutsen, S. (1999a). Structural features and anti-complementary activity of some heteroxylan polysaccharide fractions from the seeds of *Plantago major* L. *Carbohydrate Polymers*, 38(2), 133-143.
- Samuelsen, A.B., Ingrid, L., Djahromi, J.M., Paulsen, B.S., Wold, J.K., & Knutsen

- S.H. (1999b). Structural features and anti-complementary activity of some heteroxylan polysaccharide fractions from the seeds of *Plantago major* L. *Carbohydrate Polymers*, 38, 133-143.
- Servais G, Walmagh J, Duchateau J. 1991. Simple quantitative haemolytic microassay for determination of complement alternative pathway activation (AP50). *Journal of immunological methods* 140(1):93-100
 - Seyfi, R., Reza Kasaai, M., & Javad Chaichi, M. (2018). Isolation and structural characterization of a polysaccharide derived from a local gum: Zedo (*Amygdalus scoparia* Spach). *Food Hydrocolloids*, 87, 915-924. doi:10.1016/j.foodhyd.2018.09.017
 - Shah NC (1981) Need of systematic cultivation and collection of medicinal herbs used in indigenous systems and traditional medicine. *Indian Drugs* 18: 210–217.
 - Singh AK and Virmani OP (1982) Cultivation and utilization of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.)—a review. *Current Research in Medicinal and Aromatic Plants* 4: 109–120
 - Singleton, J.R. Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphothungstic acid" *Am. J. Enol. Vitic*, 1965, Vol. (16), page : 144
 - Sulaiman, M. W. A., ... Susanti, D. (2017). Chemical constituents and medical benefits of *Plantago major*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 96, 348–360. doi:10.1016/j.biopha.2017.09.152 Supérieure De Kouba-Alger, 19-92P.

-T-

- Tahir, H. E., Xiaobo, Z., Mahunu, G. K., Arslan, M., Abdalhai, M., & Zhihua, L. (2019). Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: A review. *Carbohydrate Polymers*, 224, 115141. doi:10.1016/j.carbpol.2019.115141
- Turgumbayeva A, Zhakipbekov K, Shimirova Z, Akhelova S, Amirkhanova A, Koilybayeva M, Seitimova G, Abdambayev D (2022) Study of phytochemical compounds of *Plantago major* leaves grown in Kazakhstan. *Pharmacia* 69(4): 1019–1026. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.69.e96526>.

-U-

- U. Ojha, S. Ruddaraju, N. Sabapathy, V. Ravindran, P. Worapongsatitaya, J. Haq, R. Mohammed and V. Patel, Current and Emerging Classes of Pharmacological Agents for the Management of Hypertension, *Am. J. Cardiovasc. Drugs*, 2022, 22, 271–285

-V-

- Valenzuela JG, Charlab R, Mather TN, Ribeiro JM. 2000. Purification, cloning, and expression of a novel salivary anticomplement protein from the tick, *Ixodes scapularis*. *Journal of Biological Chemistry* 275(25):18717-18723.
- Venkata Krishna C B Battepati et al.2018 Review on the Characteristics and Applications of Psyllium (*Plantago ovata*) p.31
- Venkata Krishna C B Battepati*, Sreemai Chinnari, Aravind Chandra Adari, Narayana Saibaba K. V, and R. Gopinadh. Review on the Characteristics and Applications of Psyllium (*Plantago ovata*). *International Journal of Biotech Research* (2018)p :33
- Virmani OP, Singh P and Husain A (1980) Current status of medicinal plant industry in India. *Indian Drugs* 17: 318–340.
- V.L.Singleton , R.Orthofer , R.M.Lamuella-Raventos, "Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent" *Methods Enzymol.*,1999, Vol. (299), page: 152

-W-

- Wang H., Zhang X., Li Y., Chen R., Ouyang S., Sun P., Pan L., Ren H. and Yang B., (2014b). Antitumor activity of a polysaccharide from longan seed on lung cancer cell line A549 in vitro and in vivo. *Tumor Biol.* volume 35: 7259-7266
- Wang, Q. et Fang, Y. (2004). Analyse des sucres dans les médicaments traditionnels chinois.*Journal of Chromatography B* , 812 (1-2), 309-324.
- Wang S, Shi S, Lian H, Zhu C, Wang H, Liu R, Bligh S. 2016. Structural Features and AntiComplement Activity of an Acidic Polysaccharide from *Forsythia suspensa*. *J Glycom Lipidom* 2:1-8
- Wollgast J., Anklam E.,2000. Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*. Pp423-447

-X-

- Xu, Q., Wang, W., Qu, C., Gu, J., Yin, H., Jia, Z., Song, L., & Du, Y. (2017). Chitosan oligosaccharides inhibit epithelial cell migration through blockade of Nacetylglucosaminyltransferase V and branched GlcNAc structure. *Carbohydrate Polymers*, 170, 241-246.

-Y-

- Yin, J.Y., Chen, H.H., Lin, H.X., Xie, M.Y., & Nie, S.P. (2016). Structural features

of alkaline extracted polysaccharide from the seeds of *Plantago asiatica* L. and its rheological properties. *Molecules*, 21(9), 1181-1192.

- Yost R.W., Ettre L.S., Conlon R.D., 1980. Practical liquid chromatography. An introduction. Perkin-Elmer. U.S.A. P 255.
- Young M., Alders R., Grimes S., Spradbrow P., Dias P., da Silva A. et Lobo Q. 2012. Le Contrôle de la Maladie de Newcastle chez les poulets de village: un manuel de laboratoire. 2e éd. Monographie ACIAR No. 87a. Centre Australien International pour la Recherche Agricole: Canberra. 153 p
- Y.-S. Fu, S.-I. Lue, S.-Y. Lin, C.-L. Luo, C.-C. Chou and C.-F. Weng, Seed Extracts Alleviated Blood Pressure in Phase I-Spontaneous Hypertension Rats, *Molecules*, 2019,24, 1734
- Yves R ; 2008. biopolymères dynamiques :oligo et polysaccharides thèse de doctort. Université louis pasteur de stars bourg.

Z

- Zhang W, Xu P, et Zhang H ; 2015. Pectin in cancer therapy: A review. *Trends in Food Science & Technology*. Article in press: 1-14.
- Zhang Y.W., Wu C.Y, Cheng J.T. (2007). Merit of Astragalus Polysaccharide in the Improvement of Early Diabetic Nephropathy with an Effect on mRNA Expressions of NF- κ B and I κ B in Renal Cortex of Streptozotocin-Induced Diabetic Rats.” *Journal of Ethnopharmacology*, volume 114, no. 3, pp. 387–92
- Zhang Y, Kiyohara H, Matsumoto T, Yamada H. 1997. Fractionation and chemical properties of immunomodulating polysaccharides from roots of *Dipsacus asperoides*. *Planta medica* 63(05):393-399.
- Zhishen, T.Mengcheng, W.Jianming, "The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals" *J Food Chem*, 1999, Vol. (64),page : 555
- Zhang M., Zhu, L., Cui, S. W., Wang, Q., Zhou, T., and Shen, H. (2011) Fractionation, partial characterization and bioactivity of water-soluble polysaccharides and polysaccharide–protein complexes from *Pleurotus geesteranus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 48, 5–12 L’activité anti-inflammatoire
- Zong A., Cao H., Wang, F. (2012). Anticancer polysaccharides from natural resources: A review of recent research. *Carbohydrate Polymers*, 90, 1395–1410.

Annex

Annex :

1. Dosage des polyphénols totaux :

Tableau 01 : la gamme d'étalonnage des polyphénols totaux

Tube	blanc	1	2	3	4	5	6	7
Solution d'acide gallique (µL)	0	20	40	60	80	100	120	200
Eau distillée (µL)	200	180	160	140	120	100	80	0

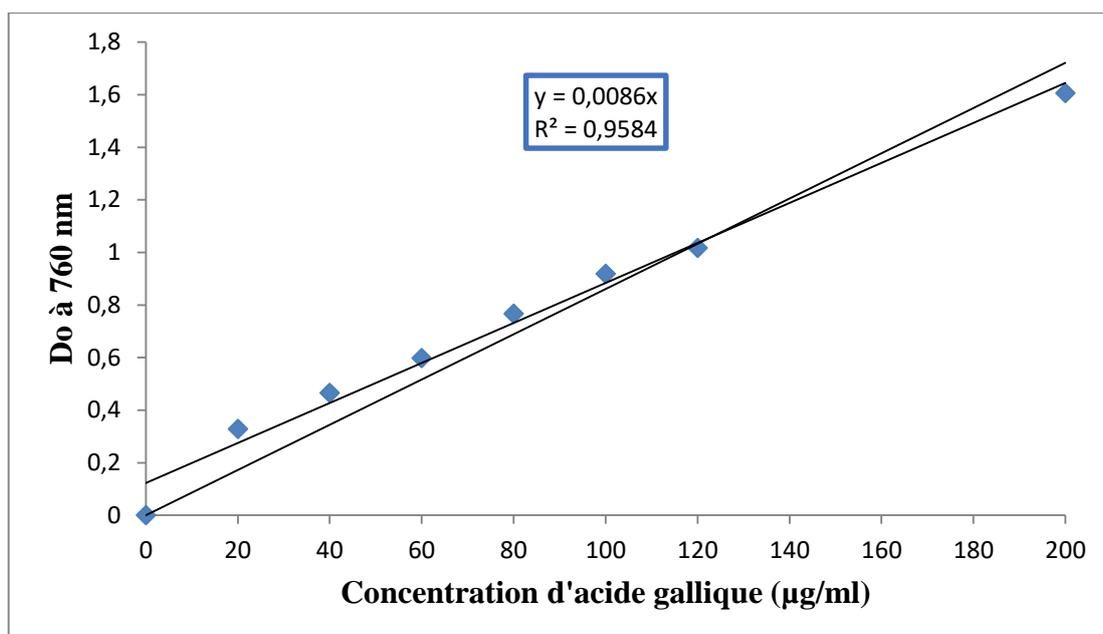


Figure 01 : Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux

2. Dosage des flavonoïdes totaux :

Tableau 02 : la gamme d'étalonnage des flavonoïdes totaux

Tube	blanc	1	2	3	4	5	6	7
Solution	0	20	40	60	80	100	120	200
De rétine (µL)								
Eau distillée (µL)	200	180	160	140	120	100	80	0

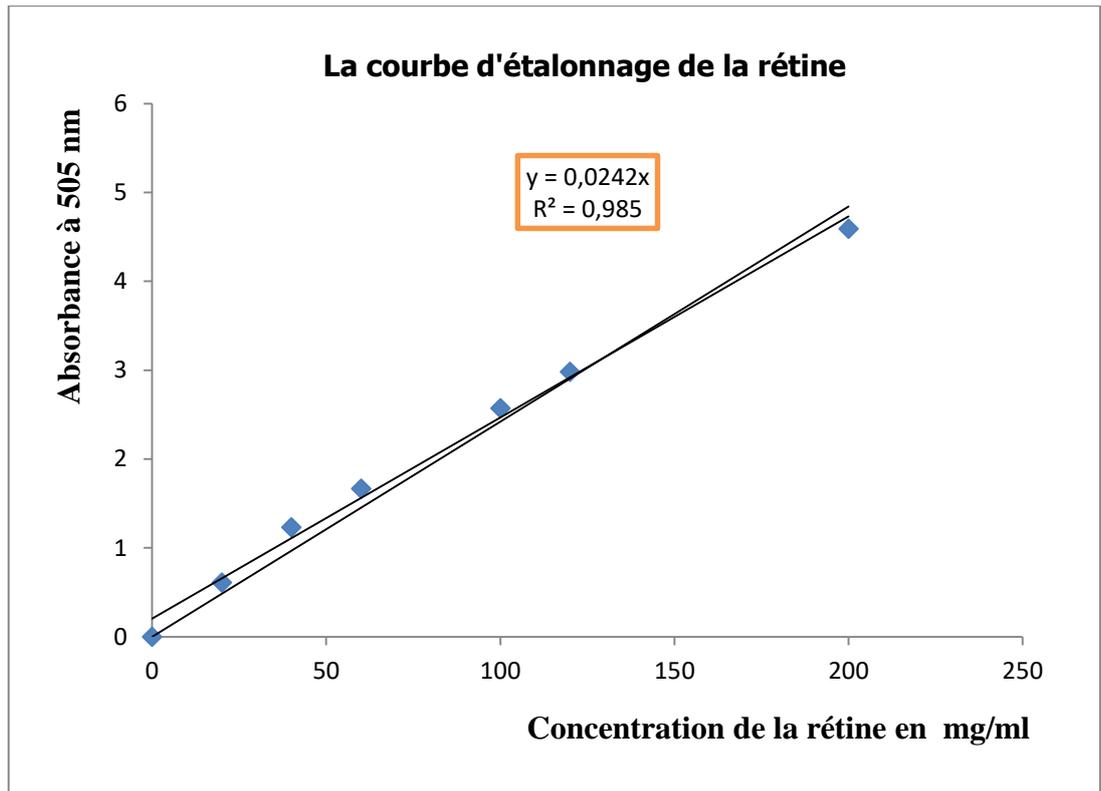


Figure 02 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes



Figure 03 : Chromatographie liquide à haut performance (HPLC)

Tableau 01 : Calcule des pourcentages d'inhibition pour les échantillons de chaque dilution dans trois boit

concentration µg/ml	pourcentage d'inhibition (boit 1)	pourcentage d'inhibition (boit 2)	pourcentage d'inhibition (boit 3)	moyenne	écart type
control -	0	0	0	0	0
200	43,75	33,98	41,52	39,75	5,12
400	43,75	33,98	58,13	45,29	12,15
600	52,73	60,94	65,40	59,69	6,42
800	60,94	75	58,13	64,69	9,04
1000	75	85,94	77,85	79,60	5,67
control +	90,23	93,75	94,46	92,82	2,26

Résumé

Caractéristique physicochimiques et biologique de *Psyllium* issus de *Plantago ciliata* récolté dans la région de Zelfana

Résumé :

A la recherche de nouvelle psyllium d'origine algérienne à partir des plants spontanées ; le présent travail est consacré à l'étude des caractéristiques physico-chimique et biologique des téguments de *P.ciliata*, une plante spontanée à caractère médicinal récoltée au Sahara septentrional Est Algérien de la région de Zelfana. L'analyse physicochimique donne des valeurs de $5.42 \pm 2.29\%$ d'humidité et $5.96 \pm 2.37\%$ de cendres. L'étude de la composition chimique des téguments de *P.ciliata* a montré l'existence des traces des composés phénoliques totaux $2.52 \pm 0.29 \mu\text{g/ml}$ et de flavonoïdes totaux $0.56 \pm 0.13 \mu\text{g/ml}$, les résultats de dosage des éléments minéraux par spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA) montre la présence des teneurs de 2179 ppm, 3791 ppm, 5088 ppm, 109.8 ppm correspondant respectivement aux éléments : calcium et potassium et magnésium et le fer. Elle contient de faibles teneurs en plomb 2.058 ppm et chrome 23.8 ppm. Les analyses chromatographiques par CCM et HPLC après hydrolyse par TFA à 2 M durant 90 min à 120°C révèlent que les téguments de *Plantago ciliata* sont constitués principalement d'arabinose, et xylose. *P. ciliata* est largement utilisé pour traiter les maladies auto-immunes et les maladies souvent associés à l'inflammation dont ce potentiel biologique a été évalué sur les téguments de *P. ciliata*. Le test anti-hémolytique via la technique AP100 a montré que les téguments de *P.ciliata* inhibent complément d'une manière dose-dépendante. Où ils inhibent $79.59 \pm 5.67\%$ de l'activation de la voie alterne à une concentration de $1000 \mu\text{g/ml}$ tandis que l'héparine ; un oligosaccharide sulfaté utilisé comme contrôle positif; avec la même concentration a provoqué une inhibition de $92.81 \pm 2.26\%$. Les téguments de *Plantago ciliata* peuvent être utilisés dans les traitements anti-inflammatoires comme des inhibiteurs du complément. Les résultats obtenus montrent que le psyllium de *P.ciliata* semblable que le psyllium de marché mondial.

Les mots clés : psyllium, téguments, *Plantago ciliata*, caractérisation physico-chimique et biologique.

Abstract :

In search of new psyllium of Algerian origin from spontaneous plants; the present work is devoted to the study of the physico-chemical and biological characteristics of husk the seeds of *P. ciliata*, a spontaneous plant of medicinal character harvested in the northern eastern Algerian Sahara of the Zelfana region. Physicochemical analysis gives values of $5.42 \pm 2.29\%$ moisture and $5.96 \pm 2.37\%$ ash. . The study of the chemical composition of husk the seeds of *P. ciliata* showed the existence of traces of total phenolic compounds $2.52 \pm 0.29 \mu\text{g} / \text{ml}$ and total flavonoids $0.56 \pm 0.13 \mu\text{g} / \text{ml}$, the results of determination of mineral elements by atomic absorption spectrophotometry shows the presence of contents of 2179 ppm, 3791 ppm, 5088 ppm, 109.8 ppm corresponding respectively to the elements: calcium and potassium and magnesium and iron. It contains low levels of lead 2,058 ppm and chrome 23.8 ppm. Chromatographic analyses by CCM and HPLC after hydrolysis by TFA at 2 M for 90 min at 120°C reveal that husk of *Plantago ciliata* consist mainly of arabinose, and xylose. *P. ciliata* is widely used to treat autoimmune diseases and diseases often associated with inflammation whose biological potential has been evaluated on husk the seeds of *P. ciliata*. The anti-hemolytic test via the AP100 technique showed that the integuments of *P. ciliata* inhibit complement in a dose-dependent manner. Where they inhibit $79.59 \pm 5.67\%$ of pathway activation alternates at a concentration of $1000 \mu\text{g/ml}$ while heparin; a sulfated oligosaccharide used as a positive control; with the same concentration caused an inhibition of $92.81 \pm 2.26\%$ %. Husk the seeds of *Plantago ciliata* can be used in anti-inflammatory treatments as complement inhibitors. The results obtained show that *P. ciliata* psyllium is similar to world market psyllium.

Keywords: psyllium, integuments, *Plantago ciliata*, physico-chemical and biological characterization.

ملخص :

بحثاً عن بسيليوم جديد من أصل جزائري من النباتات العفوية ؛ يكرس هذا العمل لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتكامل لسان الحمل ، وهو نبات عفوي ذو طابع طبي يتم حصاده في شمال شرق الصحراء الجزائرية في منطقة زلفانة. يعطي التحليل الفيزيائي الكيميائي قيماً تبلغ $5.42 \pm 2.29\%$ رطوبة و $5.96 \pm 2.37\%$ رماد أظهرت دراسة التركيب الكيميائي لقشور البذور الخاصة بلسان الحمل وجود آثار للمركبات الفينولية الكلية 2.52 ± 0.29 ميكروغرام / مل وإجمالي مركبات الفلافونويد 0.56 ± 0.13 ميكروغرام / مل ، تظهر نتائج تحديد العناصر المعدنية عن طريق قياس الطيف الضوئي للامتصاص الذري (AAS) وجود محتويات 2179 جزء في المليون ، 3791 جزء في المليون ، 5088 جزء في المليون ، 109.8 جزء في المليون المقابلة على التوالي للعناصر : الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد يحتوي على مستويات منخفضة من الرصاص 2,058 جزء في المليون والكروم 23.8 جزء في المليون. تكشف التحليلات الكروماتوغرافية بواسطة CCM و HPLC بعد التحلل المائي بواسطة TFA عند 2 M لمدة 90 دقيقة عند 120°C درجة مئوية أن قشور بذور لسان الحمل يتكون أساساً من أرابينوز و زيلوز. يستخدم لسان الحمل على نطاق واسع لعلاج أمراض المناعة الذاتية والأمراض المرتبطة غالباً بالالتهاب الذي تم تقييم إمكاناته البيولوجية على قشور بذور لسان الحمل. أظهر الاختبار المضاد للانحلال عبر تقنية AP100 أن قشور بذور لسان الحمل يثبط المكمل بطريقة تعتمد على الجرعة. حيث أنها تمنع $79.59 \pm 5.67\%$ من تنشيط المسار بالتناوب بتركيز 1000 ميكروغرام / مل بينما الهيبارين ؛ قليل السكر الكبريتي يستخدم كعنصر تحكم إيجابي ؛ مع نفس التركيز تسبب تثبيط $92.81 \pm 2.26\%$. يمكن استخدام قشور بذور لسان الحمل في العلاجات المضادة للالتهابات كمثبطات تكملية. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن بسيليوم لسان الحمل يشبه بسيليوم السوق العالمية.

الكلمات المفتاحية: بسيليوم ، قشور البذور ، لسان الحمل ، توصيف فيزيائي كيميائي وبيولوجي.