



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Animale

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : *Toxicologie et Santé*

Intitulé :

Les activités biologiques des Polysaccharides

Le : 05/06/2016

Présenté et soutenu par : *Djabali imene*

Ababsa hadjer

Kaibi fawzia

Jury d'évaluation :

Président du jury : Zama Dj Pr Université Constantine

Reportrice : Dehili N MAA Université Constantine

Examineurs : Zouaghi Y MCA Université Constantine

Bouldjaj R MAA Université Constantine

*Année universitaire
2015- 2016*

Dédicaces

*À mes chers parents, pour leur amour, leur soutien et
tous leurs sacrifices*

À mes chères sœurs

À mes chers frères

À mes grands-parents.

À mes tantes et mes oncles.

À mes cousins et cousines.

*À tous ceux que j'aurais oublié de citer mais qui
existent au fond de mon cœur et de ma pensée.*

REMERCIEMENT

C'est avec un réel plaisir que je réserve ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant pour m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail

Ce mémoire n'aurait pu voir le jour sans la participation de nombreuses personnes, je vais m'essayer à trouver les mots justes pour exprimer spécifiquement mes reconnaissances à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail.

A mon directrice de mémoire, MADAME DEHILI N maitre assistante classe a au département de biologie animal *Vous m'avez initié à la recherche. Votre orientation m'a été très bénéfique pour la réalisation de ce travail, Votre rigueur et façon de travailler, m'as permis d'être plus attentif et critique vis-à-vis de mon travail.*

Merci pour votre patience dans la correction de ce mémoire.

J'espère avoir été à la hauteur de votre attente.

Mes remerciements vont aussi aux membres de mon jury de mémoire, À ...

A MADAME ZAMA DJ professeur au département de biologie animal

Un grand merci pour monsieur ZOUAGHI Y et BOULDJAJE R d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Un grand merci pour monsieur LALOUI K professeur au département des science de la nature et de la vie.

Recevez nos plus sincères remerciements de nous avoir fait profiter de vos nombreuses connaissances dans cette spécialité.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos professeurs qui ont tout donné pour nous encouragés et aidés aux moments difficiles au cours de nos études

Merci à toutes et à tous.

Liste des figures :

Figure 1 : Structure du glycogène.....	3
Figure 2 : Structure du kératane sulfate.....	5
Figure 3 : Structure moléculaires des polysaccharides animaux.....	6
Figure 4 : Structure de λ , ι et κ carraghénanes.....	7
Figure 5 : Motif osidique de base des agarcolloïdes et des carragenanes.....	7
Figure 6 : structure primaire des chaines de fucose des fucane d'algue brune.....	8
Figure 7 : Structure moléculaires des polysaccharides animaux.....	9
Figure 8 : Structure de la cellulose.....	9
Figure 9 : Structure de la pectine.....	10
Figure 10 : Structure de l'amidon.....	11
Figure 11 : Structure du dextrane.....	11
Figure 12 : Structure moléculaire du motif monomérique de la chitine.....	12
Figure 13 : Une Structures chimiques des unités répétées de différents polysaccharides zwitterioniques.....	24
Figure 14 : Rôle paradoxal de Cellules T CD4+ activées par ZPS.....	25
Figure 15 : Interactions Lymphocytes T / APC (TZIANABOS <i>et al</i> ; 2000).....	26

Liste des tableaux :

Tableau 01 : liste de l'effet anticancéreux de polysaccharides issus du champignon <i>Agaricus blazei</i>	41
--	----

Abréviations:

AG-I:	Arabinogalactane de type I
NK:	Natural killers
TNF-α:	Tumor necrosis factor Alfa
IFN-γ:	Interferon-gamma
NO:	Nitric oxide
ARNm:	Acid ribonucléique messenger
BMCs:	Blood cells Mononuclear
Th1:	T helper 1
TLR4:	Toll like Receptor 4
IL -6:	Interleukin 6
DOP:	Dendrobium officinale polysaccharides
BRM :	Biologique Répons Modificat
CTL :	Cytotoxic T lymphocytes
DEAE:	Dimethylaminoethyl
CCM :	CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE
PPV :	Prunellavulgaris polysaccharides
PV-1 :	Phase de replication virale 1
HSV-1:	HERPES SIMPLEX VIRUS TYPE 1
CE50 :	Concentration efficace
RAP :	<i>Rhizophora apiculata</i> Polysaccharides
PBMC:	Mononuclear peripheral blood cells
Rha:	Rhamnose
GALA :	Galactane

DPPH:	Diphényl-1-picrylhydrazyl
HSP :	Protéines de choc thermique ou heatshockproteins
Da :	Dalton
TFPS :	Polysaccharides de fleurs de thé
Cc1p1 :	Colacordifolia polysaccharides
AST :	Aspartate aminotransferase
ALT :	Alanine aminotransferase
LDH :	lactate déshydrogénase
HJP :	<i>Zizyphus jujube cv</i> Polysaccharides
GC-MS :	Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse
PCA :	principales composant Analysis
ASP :	Angelica sinensis polysaccharides
CCI :	Tétrachlorure de carbone
HMP:	Huangshan Maofeng polysaccharides.
INOS:	Inducible nitric oxide synthase.
PBS:	Péritonite bactérienne spontanée
NF-κB:	Nuclear factor-kappa B.
GLPL:	Ganoderma lucidum polysaccharide.
LBP:	LPS-binding protein.
ZPSs:	Zwitterioniques polysaccharides.
PS A1 :	Polysaccharides A1.
PS B :	Polysaccharides B.
PPV :	Polysaccharide de Prunella vulgaris.
HNF :	Héparine non fractionnée.

HBMP :	Héparines de bas poids moléculaire.
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé.
HPAEC- PAD:	Chromatographie échangeuse d'anions de haute performance à détecteur ampérométrique pulsé.

Sommaire :

Dédicacat	
Remercîment	
Abréviatiôn	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

Chapitre 01 : Polysaccharides

1-Définition	3
2-Classification selon :	3
2-1 Leur composition en monomère.....	3
a- Les Homopolysaccharide.....	3
b- les Hétéropolysaccharides.....	3
2-2 Leur origine :	4
a- Polysaccharides animaux :	4
- Glycogène.....	4
- Acide hyaluronique	5
-Chondroïtine.....	5
- Dermatane sulfate.....	5
- Kératane sulfate	6
-Héparine.....	6
b. Polysaccharides des algues :	7
- Carraghénanes.....	7
-Agar-agar	8
-Alginate	9
-Fucane	9
c- Polysaccharides végétaux :	10
- Cellulose	10

- Pectine	11
-Gomme	11
- Amidon.....	11
d- Polysaccharides microbiennes :	12
- Dextranes.....	12
- Xanthanes	13
e- Polysaccharides fongiques :	14
-Chitine	14
2-3 Leur fonction biologique	14
a. Polysaccharides de réserves.....	14
b. polysaccharides de structure.....	15
3- Isolement et analyse structurale	15
4-Paramètres influencent l'extraction des polysaccharides.....	16
5- Propriété physique des polysaccharides.....	16

Chapitre02 : Les Activités biologiques des polysaccharides

1-Activité immunodulatrice :	17
a-D'origine végétale :	17
*Polysaccharides de <i>Biophytum petersianum Klotzsch</i>	17
*Polysaccharides de <i>Ginseng – Panax ginseng</i>	17
*Polysaccharides d' <i>Angelica sinensis</i>	18
*Polysaccharides de <i>Dendrobium officinale</i>	18
*Polysaccharides de <i>Salicornia herbacea L</i>	19
b-D'origine fongique :	20
*Polysaccharides de <i>Coriolus versicolor</i>	20
*Polysaccharide de <i>Lentinus edodes</i>	20
*Polysaccharide de <i>Sarcodon aspratus</i>	21
*Polysaccharides de <i>Ganoderma lucidum</i>	21
*Polysaccharides de <i>Cordyceps sinensis</i>	22
c-D'origine bactérienne :	23
*Polysaccharides <i>zwitterioniques</i>	24

2-Activité anti-complémentaire :	25
a-D'origine végétale :	25
*Polysaccharides de <i>Bupleurum smithii</i>	26
*Polysaccharides de <i>Tanacetum vulgare L.</i>	26
*Polysaccharides de <i>Cola cordifolia</i>	27
3- Activité antiviral	27
a-D'origine végétale :	27
*Polysaccharides d' <i>Azadirachta indica</i>	28
*Polysaccharide de <i>Prunella vulgaris</i>	29
*Polysaccharides de <i>Rhizophora apiculata Blume</i>	30
b-D'origine algale :	31
*Polysaccharides de <i>Saccharina longicruris</i>	32
4-Activité gastroprotective :	33
a-D'origine végétale :	33
*Polysaccharide de <i>Chenopodium quinoa</i>	34
*Polysaccharides d' <i>Acmella oleracea</i>	34
5-Activité anti-inflammatoire	34
a-D'origine algale	35
*Polysaccharides de <i>Saccharina longicruris</i>	35
6-Activité antioxydante	35
a-D'origine végétale :	35
*Polysaccharides de <i>Camellia sinensis</i>	35
*Polysaccharides de <i>Cereus triangularis</i>	36
b-D'origine algale :	37
*Polysaccharides de <i>Sargassum graminifolium</i>	38
7- Activité anticoagulante	38
a-D'origines animale :	39
*Activité anticoagulante des héparines	39
b-D'origine algale :	39
*Polysaccharides de <i>Saccharina longicruris</i>	40
8- Activité anticancéreuse	41
a-D'origine fongique :	42
*Polysaccharides <i>D'Agaricus blazei</i>	42

9- Activité prébiotique	44
a-D'origine végétale :	44
*Polysaccharides d' <i>Asphodelustenuifolius</i> Cavan	44
*Polysaccharides de <i>Malvaparviflora</i>	45
*Polysaccharides de <i>Plantagonotata</i> Lagasca	45
10- Activité hépatoprotectrice.....	45
a-D'origine végétale :	46
*Polysaccharides de <i>Zizyphus jujube cv</i> :.....	46
*Polysaccharide d' <i>Angelica sinensis</i>	46
*Polysaccharides du thé vert de <i>Huangshan Maofeng</i>	47
11-Conclusion et perspectives	
12-Résumé	
13-Références bibliographiques	

INTRODUCTION:

Les polysaccharides sont les macromolécules les plus abondantes sur Terre et dans les océans. Ces macromolécules sont les éléments structuraux majeurs de la paroi des végétaux et peuvent être impliquées dans des mécanismes de reconnaissance de type végétaux/environnement. **(Théo et al ; 2008).**

Les polysaccharides sont des substrats solides qui se présentent sous la forme de fibres, de granules ou de gels dont les propriétés physico-chimiques et structurales sont intimement liées à leurs structures chimiques et, par conséquent, à leurs biosynthèses.

Les polysaccharides fortement utilisés dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique, pour leurs propriétés technologiques, physiologiques et pharmaceutiques, sont des acteurs importants dans l'économie mondiale.

Les structures des différentes fractions purifiées sont déterminées par des méthodes de caractérisation chimique. Elles consistent tout d'abord en la détermination de la composition monosaccharidique des échantillons après dégradation de ces polysaccharides par hydrolyse acide ou enzymatique. L'hydrolysats est ensuite caractérisé par chromatographie en phase gazeuse après dérivation. **(Théo et al ; 2008).**

Les polysaccharides forment un groupe diversifié de glucides et peuvent être classés selon : leur origine c'est-à-dire animale ou végétale, leur nature soit de réserve ou, leur solubilité dans l'eau ou leur digestion dans le système gastro-intestinal humain. Ce sont composés de longues molécules droites ou ramifiées à glucides simples. La longueur de la chaîne, le nombre et le type d'unités latérales et la charge chimique de la molécule influent sur les propriétés fonctionnelles, **(Patterson ; 2008).**

Ils ne sont pas seulement utilisés comme réserves énergétiques par les être vivants, mais également pour assurer de nombreuses fonctions biologiques. Ils peuvent être extraits de nombreux organismes, tels que les champignons, les algues, les animaux, et les végétaux supérieurs **(Yang et al ; 2009).**

Cette étude a pour objectif d'effectuer une synthèse bibliographique sur les activités biologiques des polysaccharides isolé apatir des plantes des animaux des algues des virus chanpignons.... ect,

Notre étude comprend les axes suivants :

- 1- Polysaccharides.**
- 2- Activités biologiques des polysaccharides.**

Chapitre 1 :

Polysaccharides

1-Définition :

Les polysaccharides sont des polymères d'unités de monosaccharides et leurs nombre, et degré de polymérisation, varient selon la source. Plusieurs facteurs influencent la structure des polysaccharides. La nature des unités de base (monosaccharides), la liaison glycosidique, les groupements fonctionnels (carboxyle, sulfate, etc.) et le poids moléculaire influencent directement les propriétés des polysaccharides.

Les polysaccharides sont retrouvés dans les algues, les plantes ou synthétisés par des microorganismes qui produisent respectivement l'alginate, l'amidon et la gomme xanthane.

Les B-glucanes sont une famille de polysaccharides retrouvées dans plusieurs sources différentes (plante, champignon, levure, etc.) qui sont largement étudiées. Ces derniers possèdent tous la même caractéristique structurale soit d'être majoritairement composés de 3-D-glucose mais le type de liaison glycosidique et leurs poids moléculaires diffèrent grandement (**Rioux ; 2010**).

2-Classification des polysaccharides :

2-1-Leur composition en monomères :

a-Homopolysaccharides :

Ne comportent qu'un seul type de monosaccharides (homogène) :

- Les glucanes sont des monomères de D-glucose
- Les galactanes sont des monomères de D-galactose
- Les xylanes sont des monomères de D-xylose
- Les chitosanes sont des monomères de D-glucosamine (**Moussard ; 2006**)

b-Hétéropolysaccharides :

Polysaccharides hétérogènes Ce groupe de composés est mal défini car, d'une part, certains polysaccharides mixtes ne sont sans doute que des mélanges de polysaccharides homogènes non séparés et d'autre part , il fait transition avec les mucopolysaccharides par association à des fractions protéique ;Ces substances essentiellement végétales entrent dans la composition des gommés et des mucilages et participent à la constitution des enveloppes cellulaires bactériennes et des capsules .

- Galactose + arabinose = galactoarabane
- Xylose + arabinose =hémicellulose (**Moussard ; 2006**)

2-2-Selon l'origine :

a-Polysaccharides animaux :

Les polysaccharides animaux appartiennent à la famille des glycosaminoglycane et sont issus des protéoglycane. Ces polymères sont soit impliqués dans la structure des tissus conjonctifs soit dans des mécanismes de communication cellulaires via leur propriétés fonctionnelles (héparine et héparane sulfate) (Delattre ; 2005).

Glycogène :

Glycogène est un homopolysaccharide de réserve utilisé comme source de carbone et d'énergie par les animaux et les bactéries (Jérôme *et al* ; 2004).

Le glycogène est un polymère ne contenant qu'un seul type de monomère (le glucose). La plupart de sucre élémentaires d'une molécule de glycogène sont unis entre eux par des liaisons glycosidiques $\alpha(1 \rightarrow 4)$ Fig(1) (Gérald ; 2010).

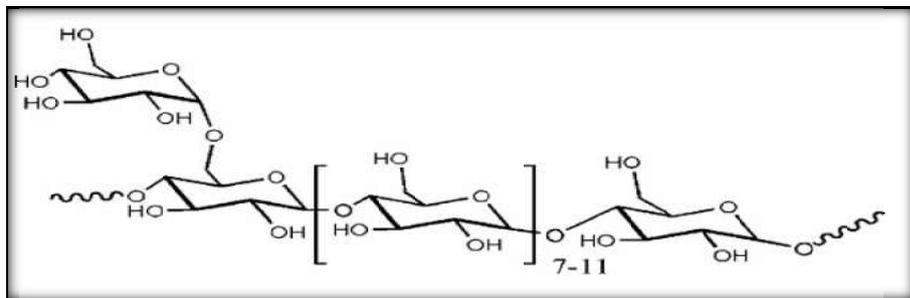


Figure 1 : Structure du glycogène (PAL *et al* ; 2015).

Acide hyaluronique :

L'acide hyaluronique (HA) est un bio polysaccharide de haut poids moléculaire, découvert en 1934 (Necas et al ; 2008), il est obtenue par fermentation des bactéries de streptocoque et diverses étapes de traitement (dilution, filtration, précipitation éthanolique) (Mathieu ; 2011).

L'acide hyaluronique appartenant a la famille des glycosaminoglycanes, résultent de l'association de 250 à 25000 unités disaccharidique, ils sont compose de dimères d'acide glucuronique et de N-acetyl-glucosamine liées alternativement par des liaisons glycosidiques β (1-3) et β (1-4) (Necas et al ; 2008).

Chondroïtine :

Le terme chondroïtin provient du mot grec qui signifie cartilage, tissu dans lequel ces composés ont été d'abord découverts. Les deux variétés de chondroitines-sulfate contiennent des résidus d'acide glucuronique, de N-acétyle-galactosamine et de sulfate. Le monomère est constitué d'acide D-glucuronique uni par une liaison β -osidique au carbone en 3 du résidu de N-acétylgalactosamine. Cette dernière est unie par une liaison β -osidique allant de son carbone 1 au carbone 4 de l'acide D-glucuronique suivant. Un résidu d'acide sulfurique estérifie une fonction alcool de la N-acétyle-galactosamine.

Puisque l'acide sulfurique est un diacide, son ester comporte encore une fonction acide, qui est, bien entendu, neutralisée dans les tissus vivants pour que le pH reste dans les limites compatibles avec la vie (Borel et al ; 1997).

Dermatane sulfate :

Abondant dans le derme (tissu conjonctif de la peau) il fait partie de la matrice extracellulaire de la peau Diffère de la chondroitine 4-sulfate par l'inversion de configuration du C5 des résidus de β -D-glucuronate ce qui donne l' α - L-iduronate (Moussard ; 2006).

Kératane sulfate :

Le kératane sulfate est un glycosaminoglycane largement retrouvé dans les matrices extracellulaires de certains tissus, tels que la cornée, les cartilages et les os. Le kératane sulfate est composé d'une chaîne principale sulfatée de poly-N-acétyle lactosamine. Sa structure est formée par une alternance d'unités β -galactose 3-liées et de 4-liées N-acétyl- β -glucosamine. Bien que les deux unités puissent avoir un groupe sulfurique sur O-6, cette modification se produit plus souvent dans les unités N-acétyl- β -glucosamine.

Le kératane sulfate est le seul type de glycosaminoglycane qui ne porte pas un résidu acide tel que l'acide glucuronique ou de l'acide iduronique fréquemment observés dans le chondroïtine sulfate Fig(2) (Pomin ; 2015).

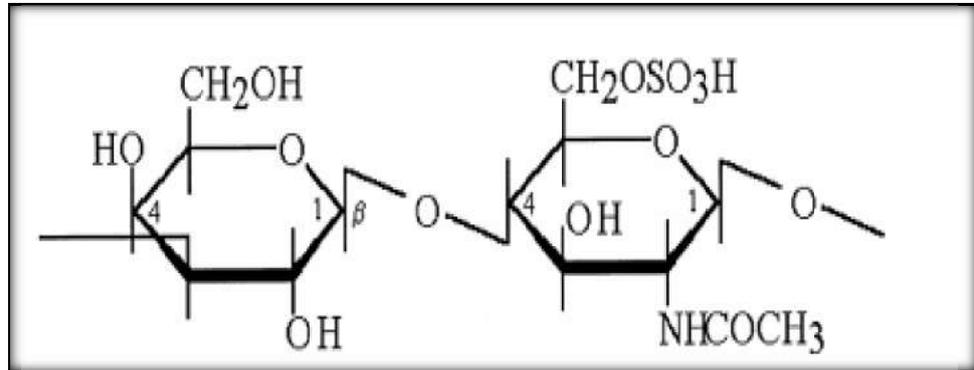


Figure 2 : Structure du kératane sulfate (Fancis *et al* ; 2000).

Héparine :

L'héparine est un polysaccharide linéaire hautement sulfaté contenant principalement une unité disaccharidique répétée (α -D-glucosamine en alternance avec de l'acide α -L-iduronique). C'est le polysaccharide le plus largement utilisé cliniquement comme anticoagulant et anti thrombotique. Toutefois, l'héparine présente des inconvénients importants, comme la diversité structurale marquée en fonction du tissu d'origine, la contamination par des pathogènes, une faible biodisponibilité (Souza *et al* ; 2015).

L'héparine peut induire des maladies chez les mammifères, telles que la grippe aviaire et l'encéphalopathie spongiforme bovine Fig(3) (Karaki *et al* ; 2013).

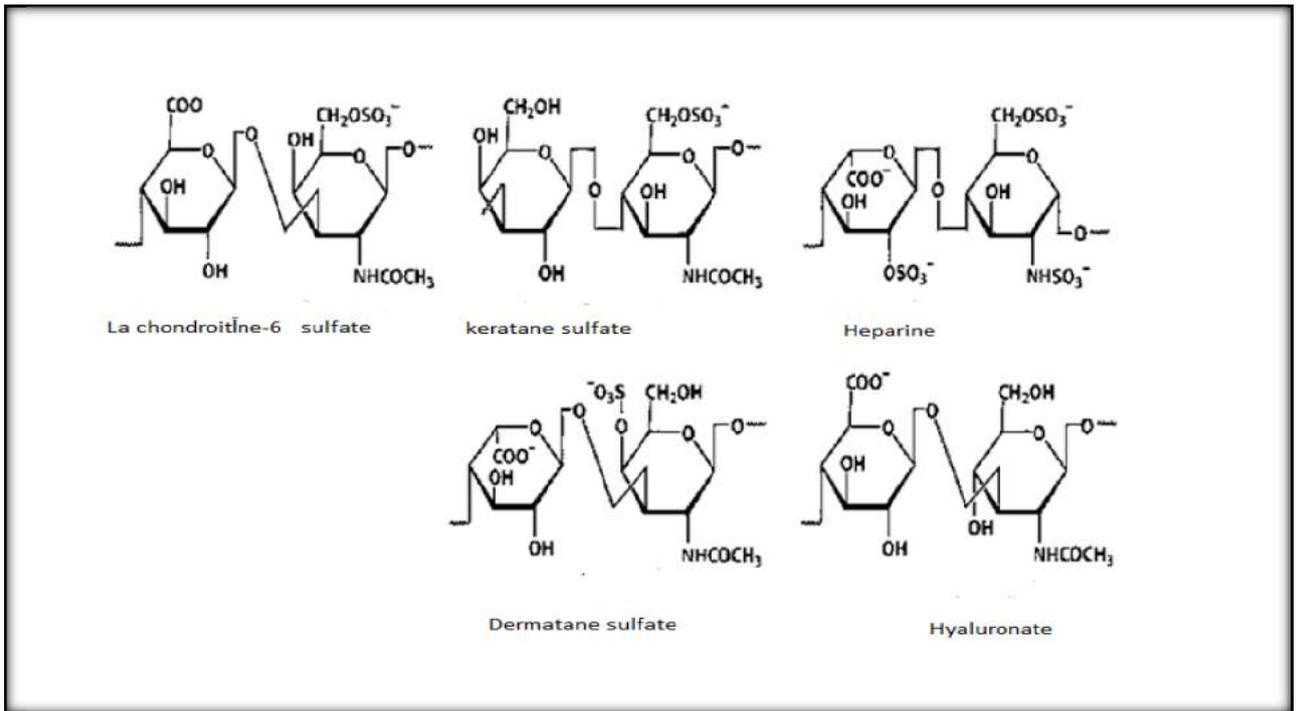


Figure 3 : Structure moléculaires des polysaccharides animaux
(Voet et al ; 2005).

b-D'origine d'algale :

Les polysaccharides algaux forment une vaste famille au sein de laquelle on distingue :

Carraghénanes :

Les carraghénanes sont des galactanes, polymères du D-galactose fortement sulfatés, polyélectrolytes anioniques de masse moléculaire comprise entre 105 et 106. Tous les carraghénanes ont une structure linéaire de type (AB)_n à liaisons alternées (1→3)-(1→4) où A et B sont des résidus galactopyranosyle.

Les carraghénanes entrent également dans la formulation des produits d'hygiène et de cosmétique : pâtes dentifrices, shampooings, crèmes, gels, laits, lotions, etc. Comme gélifiants, stabilisants, inhibiteurs de cristallisation de glaces,... etc., dans les produits laitiers et dans des produits aqueux (ex: nappages); Comme stabilisants d'émulsions ou épaississants Fig(4)

(Bruneton ; 1999).

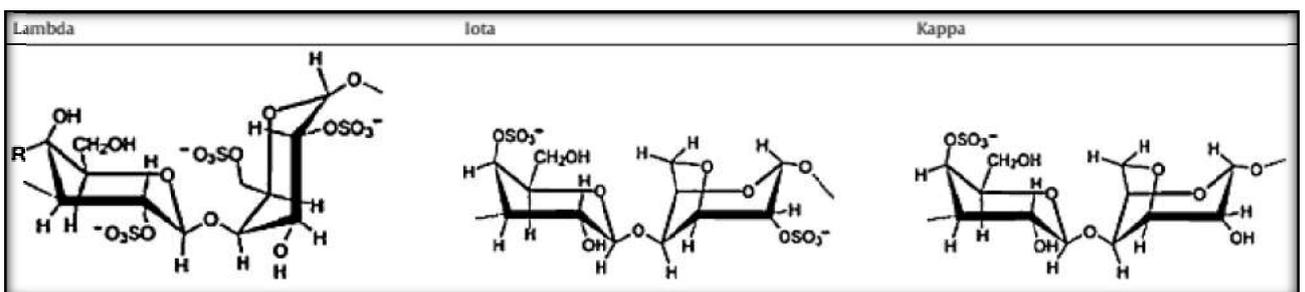


Figure 4 : Structure de λ , ι et κ carraghénanes (Prajapati *et al* ; 2014)

Agar-agar (gélose) :

C'est un polysaccharide extrait d'algues rouge (chondres), il se compose d'unités de D'et L- galactose associées en (1→3).

Ce polysaccharide est un galactane complexe c'est un mélange de deux fraction l'agarose et l'agaropectine.

L'agar-agar est inscrit dans la catégorie des agents autorisés et utilisé par l'industrie agroalimentaire Fig(5) (brunton ; 2009).

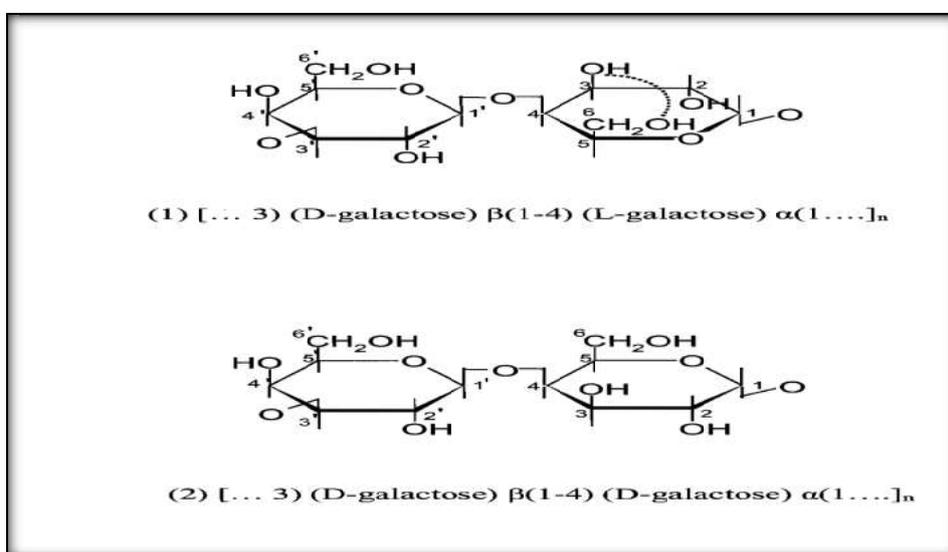


Figure 5 : Motif osidique de base des agarcolloïdes (1) et des carragenanes (2) (Garon -Lardiere ; 2004).

Alginate :

L'alginate se retrouve dans la matrice intercellulaire de l'algue (Moe *et al* ; 1995) ou plus spécifiquement dans la paroi cellulaire. Il donne de la flexibilité aux thalles, prévient la dessiccation et intervient dans les échanges d'ions.

L'alginate est un sel dérivé de l'acide alginique. De structure linéaire, l'alginate se compose d'acide P-D-mannuronique (ou M) et d'acide α -L-guluronique (ou G) lié en P-(1, 4) (ou α -1,4 dans le cas de bloc GG). Les deux monomères forment des blocs de type M-M—M-M ou G-G—

G-G appelés segments homogènes et —M-G-M-G— nommé segment mixte. Son poids moléculaire varie de 500 à 1000 kDa selon la source et la méthode d'extraction.

Il est bien connu pour ses propriétés épaississantes, émulsifiantes, stabilisantes et gélifiantes, Des activités biologiques lui sont conférées, mais sa capacité gélifiante est toutefois mieux reconnue Fig(6) (Mc Neely *et al* ; 1973).

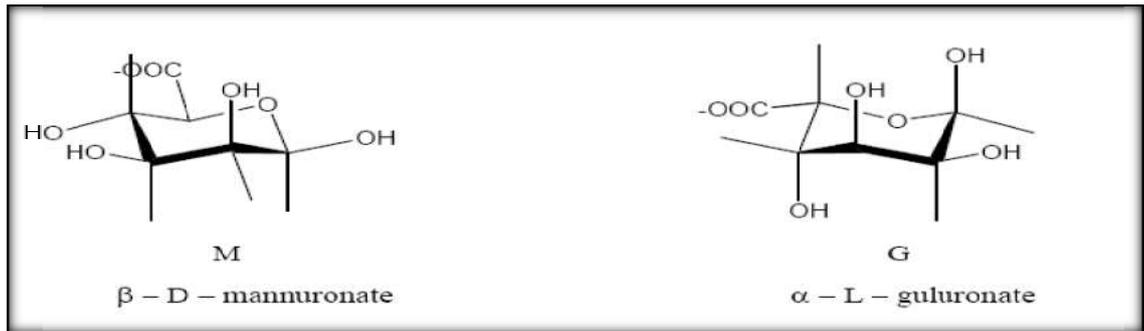


Figure 6 : Structure chimique de l'alginate (Garon -Lardiere ; 2004).

Fucane :

Les fucanes, ou fucoidiens ce sont des extraits d'algue brune et se sont des polymères du fructose liée en β (2.1) inuline ou β -(2.6) levane avec un glucose terminal

Les produits d'hydrolyse appelés fructo-oligosaccharides sont connus pour leur propriétés prébiotique Fig(7) (Badoud *et al* ; 2010).

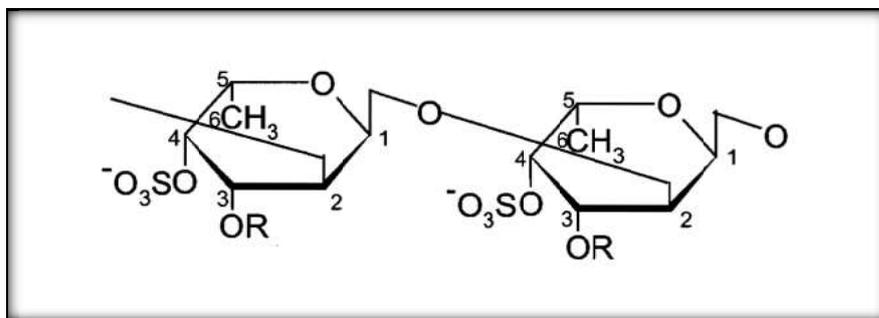


Figure 7 : structure primaire des chaines de Fucose α -(1→2) des fucane d'algue brune (Garon -Lardiere ; 2004).

c- Les polysaccharides végétaux :

Cellulose :

La cellulose est un homoglycane formé par l'enchaînement de résidus glucose relié en β (1 \rightarrow 4). Cette jonction rigide confère au polymère une structure secondaire en feuillet permettant l'établissement de réseaux de liaisons hydrogènes intra-et Intermoléculaire (Ruff ; 2008).

La cellulose est la molécule organique la plus abondamment synthétisée sur la planète hors de la photosynthèse elle joue un rôle essentiel dans la structure des plantes et c'est la constituant majeur des fibres végétale Fig(8) (Marouf et al ; 2009).

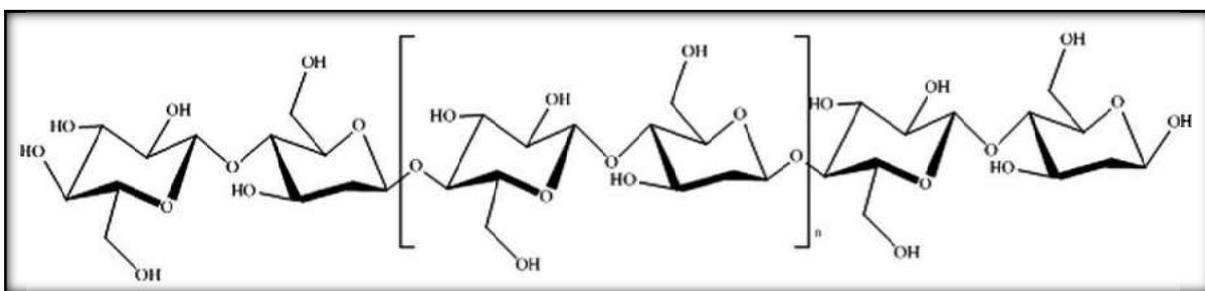


Figure 8 : Structure de la cellulose (Yves ; 2008).

Pectine :

Les pectines sont une classe de polysaccharides hétérogènes trouvés dans les parois cellulaires de la plante. La pectine commerciale est extraite de citrus, de pomme, ou d'autres plantes supérieures.

Elle est utilisée en tant que stabilisant, épaississant, agent gélifiant, émulsifiant, et comme véhicule de médicaments dans les industries alimentaires et pharmaceutiques. Les structures des pectines varient grandement en raison de ses diverses sources et méthodes d'extraction, mais elles peuvent être classées en trois catégories en fonction de caractéristiques communes à savoir homogalacturonane, rhamnogalacturonane-I et galacturonanes substitués. Fig(9).

(Zhang et al ; 2015).

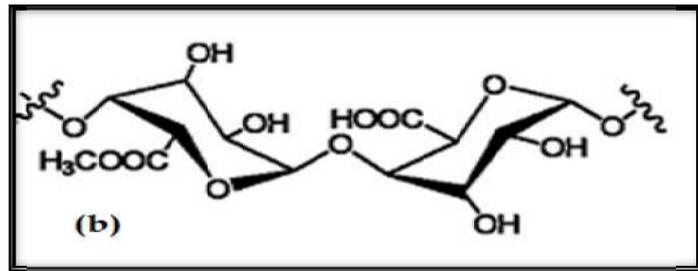


Figure 9 : Structure de la pectine; (Kamnev *et al* ; (2015)

Gomme :

Les gommes sont des produits végétaux glucidiques s’écoulant soit naturellement, soit à la suite d’une blessure de l’écorce. Les gommes ont la propriété de gonfler au contact de l’eau et de former des masses gélatineuses ou des solutions colloïdales visqueuses (Marouf *et al* ; 2009).

Amidon :

L’amidon est une des principales matières de réserve glucidiques des végétaux et le premier aliment énergétique chez l’homme. Les granules d’amidon contiennent deux types de polymère, l’amylose et l’amylopectine Fig(10) (Jérôme *et al* ,2004).

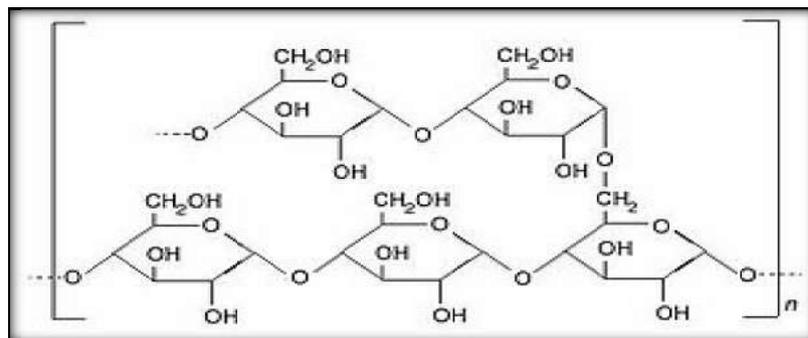


Figure 10 : structure de l’amidon////§§§§§§§§

d-Polysaccharides microbiens :

Dextranes :

Les dextranes sont des polymères de glucose de longues chaînes .Ils sont composés de chaînes principales qui ne contiennent que des unités D-glucopyranose répétées avec des liens α (1→6). Ils peuvent avoir des branches de chaîne latérale qui impliquent d'autres liens différents α (1→2); α (1→3) ou α (1→4).

Ces polymères sont produits par des souches appartenant aux genres Lactobacilles, Leucostoc, Streptococcus et Weissella Fig(11) (Nacher *et al* ; 2015).

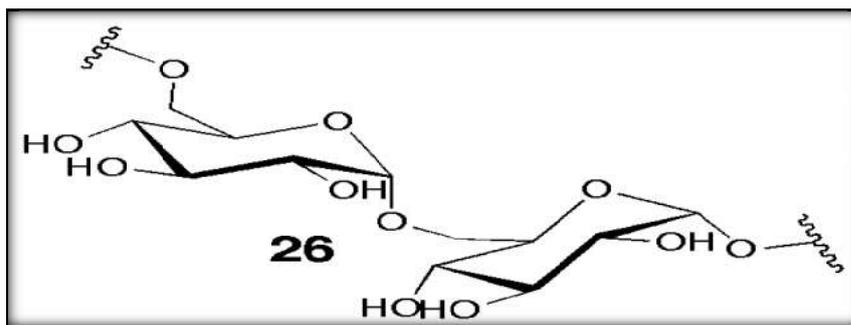


Figure 11 : Structure du dextrane (Yves ; 2008).

Xanthanes :

Le xanthane, produit par une bactérie phytopathogène, *Xanthomonas campestris pv campestris* est largement employé dans l'industrie comme épaississant, stabilisant, émulsifiant et agent gélifiant.

La gomme xanthane est un Hétéropolysaccharides ramifié, dont l'unité de répétition est un pentasaccharide constitué d'une chaîne principale cellulosique avec une alternance au C-3 de chaque résidu glucose, une chaîne latérale formée d'un tri saccharide comportant des résidus α -mannose, acide glucuronique et β -mannose. (Delattre ; 2005).

e-Polysaccharides fongiques :

Chitine :

C'est le principal composant des parois cellulaires des champignons ainsi que l'enveloppe externe relativement dure. La chitine est un polymère non ramifié de N-acétyl glucosamine liée par des liaisons osidique de type β (1 \rightarrow 4) Fig(12) (karp ; 2010)

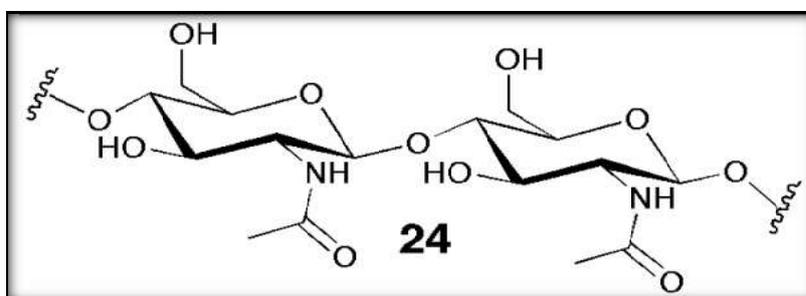


Figure 12: Structure moléculaire du motif monomérique de la chitine. (Yves ; 2008).

2-3-Selon leur fonction biologique :

a-Polysaccharides de réserve :

Les polysaccharides de réserve sont des ressources caloriques. Le plus connu d'entre eux est l'amidon (aussi appelé dans certains cas fécule), qui n'est synthétisé que par les plantes (Yves ; 2008).

b-Polysaccharides de structure :

Les polysaccharides de structure constituent la paroi des cellules végétales, sont très stables et très rigides et ne sont pas assimilables par l'être humain. Ils jouent cependant un rôle important dans l'alimentation humaine : ce sont les fibres alimentaires, dont les plus connues sont la cellulose et la pectine (Yves ; 2008).

3-ISOLEMENT ET ANALYSE STRUCTURALE :

Isolement : la solubilisation des polysaccharides fait intervenir de l'eau éventuellement additionnée d'acides minéraux (extraction des pectines) ou de divers sels (carbonates dans le cas de l'algine) on peut aussi utilisé des solvants aprotiques dipolaires. (Bruneton ; 2009).

L'extraction des polysaccharides solubles se fait habituellement à l'aide d'un alcool (éthanol a 80 ou méthanol) bouillant, l'eau froide en macération pendant plusieurs jours extrait de plus les gommes les mucilages les composé pectiques .l'eau bouillante ou les acides minéraux dilué permettent d'extraire les composés précèdent plus l'amidon tandis que tandis que la cellulose est extraire par des solutions alcaline dilué ou les acides minéraux concentré (Marouf ; 2009)

L'élimination des sels et des molécules de faible masse moléculaire peut être réalisée par dialyse. Par utilisation de résines échangeuses d'ions. Par filtration moléculaire sur gel ou par extraction (ex : élimination des oligosaccharides et des pigments par l'éthanol ou l'acétone) Le fractionnement des polysaccharides est délicat : il impose le recours a des techniques de précipitation (par des solvants non miscibles par addition de sels par variation de pH).

Les techniques chromatographiques sont largement mise a profit : sur charbon , sur gels de poly glucosanes réticulé natifs ou greffés sur échangeurs d'ions les particularités structurales du polysaccharides a isoler permettent parfois l'utilisation de techniques spécifiques : formation du complexe borique formation de dérivés d'inclusion utilisation d'ammonium quaternaires dans tous les cas la purification est suivie par des déterminations physique et chimique :activité optique masse moléculaire composition élémentaire électrophorèse et

Analyse structurale elle est particulièrement complexe et impose l'utilisation conjointe des méthodes physiques (techniques spectrales) et des méthodes chimiques (hydrolyse, méthanol, hydrolyse partielle, formation des dérivés, dégradations contrôlées du polymère et dérivés de celui-ci.etc).

L'exposé des méthodes utilisées dépasse le cadre fixé au présent ouvrage se reporter aux ouvrages et publications spécialisés pour une présentation des techniques permettant la détermination de la composition élémentaire en oses, celle de leurs modes de liaison, l'établissement de la configuration des liaisons, la mesure de la masse moléculaire.

L'estimation de la longueur des chaînes. La reconnaissance et la localisation des branchements.ect (**Bruneton ; 2009**).

4-Paramètres influençant l'extraction des polysaccharides :

A ce jour, différentes études sur les paramètres influents l'extraction des polysaccharides ont été faites, avec ces ciblées sur des composés spécifiques. Lee et ses collègues ont étudié l'influence de la température et la concentration de l'acide sur le Fucose contenant polysaccharides sulfatés, la température était le paramètre le plus influent et a donné une augmentation de la réponse (rendement d'extraction) lorsque la température d'extraction a été augmentée.

Le même effet a également été remarqué pour l'influence du temps d'extraction. L'effet de la concentration en acide a été signification négative parce que l'augmentation de la concentration en acide a diminué le rendement de polysaccharide sulfaté contenant du Fucose.

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

La température d'extraction a aussi une très grande importance dans le processus d'extraction L'élévation de la température permet l'accroissement de la solubilité et de la diffusivité du soluté et la diminution de la viscosité. Elle doit être limitée pour éviter les risques d'extraction des composés nuisibles et la dégradation thermique du soluté (**Bousbia ; 2011**).

5-Les propriétés physiques des polysaccharides :

Les propriétés seront mises en exergue en fonction de leur utilisation dans le domaine alimentaire. la nature des polysaccharides influence fortement leurs propriétés physiques. dans le domaine alimentaire ce sont les propriétés en solution qui revêtent le plus importance en milieu

aqueux les molécules linéaires forment généralement des solutions plus visqueuses que les molécules branchées car elles ont un volume hydrodynamique plus important. Les molécules linéaires ont aussi une plus grande tendance à précipiter en milieu concentré car leur conformation favorise les interactions intermoléculaires.

Il peut en résulter un état plus ou moins cristallin ; comme pour l'amidon lors de la rétrogradation certains homoglycannes comme la cellulose sont insolubles car les ponts hydrogène intra et intermoléculaires sont très stables et forment un réseau cristallin hautement organisé empêchant la pénétration de l'eau. Les composés ramifiés sont souvent plus solubles que les composés linéaires et forment plus facilement des gels car les interactions intermoléculaires sont moins fortes.

Par contre, les solutions sont souvent plus collantes à cause de l'enchevêtrement des chaînes latérales.

La charge des polymères exerce aussi une influence sur leur comportement en fonction du pH ou de la présence de sels. Par exemple, la pectine et l'alginate précipitent à bas pH lorsque les groupements carboxyles sont neutralisés, par contre, lorsque ces groupements sont déprotonés la répulsion entre les charges fait que les molécules prennent une conformation étendue, donnant des solutions visqueuses. La présence de sels peut aussi induire des associations de chaînes car des cations divalents peuvent stabiliser des groupements chargés, et former des structures de type egg-box ou boîte à œufs.

La viscosité d'une solution est fonction de la taille et de la structure des molécules. La structure des molécules influence leur flexibilité ou leur rigidité, par exemple la rotation autour des liaisons glycosidiques, et ainsi la forme que la molécule adoptera en solution (**Badoud et al ; 2010**).

Chapitre 2 :

*Les Activités biologiques
des polysaccharides*

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**).

1-Polysaccharides immunomodulateurs :

Les composés qui sont capables d'interagir avec le système immunitaire pour réguler positivement ou réguler négativement les aspects spécifiques de la réponse de l'hôte peuvent être classés comme des immunomodulateurs ou des modificateurs de la réponse biologique (**Tzianabos ; 2000**).

Les polysaccharides immunomodulateurs sont des polysaccharides capables de stimuler simultanément les différentes composantes de système immunitaire. Ce qui leur confère différentes propriétés thérapeutique, notamment des propriétés antitumorales et anti-inflammatoires (**Sanchez ; 2006**).

Généralement, les polysaccharides sont considérés comme des antigènes cellulaires T-indépendantes classiques qui ne provoquent pas de réponses immunitaires à médiation cellulaire mais qui provoquent une immunité humorale. Cependant, certains polysaccharides d'origine microbienne, sont décrits comme immunomodulateurs puissants ayant une activité spécifique pour les cellules T et les cellules présentatrices d'antigènes telles que les monocytes et les macrophages (**Tzianabos ; 2000**).

a-D'origine végétale :

Polysaccharides de *Biophytum petersianum Klotzsch*:

La *Biophytum petersianum Klotzsch* (Oxalidaceae) est une plante médicinale du Mali utilisée pour plusieurs maladies telles que l'inflammation, la fièvre, le paludisme, les maux de tête et les blessures.

Deux polysaccharides AG-I et AG II. Sont isolés de la partie aérienne de cette plante Les AG-I sont des chaînes de β -1,4 galactane sur lesquelles des résidus arabinoses se lient en position 3 et les AG-II sont des ramifications des pectines de type AG-I. Elles consistent en des chaînes de galactane lié en β -1,3 ou encore en β -1,6.

Les deux polysaccharides présentent une activité immunomodulatrice qui stimulerait les leucocytes, les macrophages et les cellules dendritiques. Ces polysaccharides induisent aussi une légère activité sur les cellules T, B et les NK (Angon *et al* ; 2010).

Polysaccharides de *Ginseng* – *Panax ginseng* (Araliacées) :

Le *Ginseng* est une plante herbacée ne dépassant pas 50 cm de hauteur. Les feuilles palmatilobées sont surmontées d'une ombelle de fleurs blanches et de baies rouges.

La racine de *Ginseng* contient des polysaccharides qui sont des immunomodulateurs de l'immunité innée (Brunton ; 1999).

Les fractions polysaccharidiques de *ginseng* sont des composés de haut poids moléculaire obtenus à partir des fractions de *ginseng* solubles dans l'eau et insolubles dans l'éthanol.

L'analyse des sucres de composants a révélé qu'ils étaient hétéroglycanes avec des poids moléculaires allant de 37 à 760 kDa, composée de glucose, le galactose, l'arabinose, le mannose et la xylose dans des rapports molaires différents.

Les polysaccharides induits la production d'IFN- γ en présence de concanavaline A. On induit la production d'une quantité significative de TNF- α dans des cultures cellulaires.

(Wee *et al* ; 2011).

L'incubation de macrophages murins (cellules RAW 264.7) avec des quantités croissantes de la fraction de polysaccharide de *ginseng* a montré une stimulation dose-dépendante de la synthèse inductible de l'oxyde nitrique (NO). Cela a été associé à une pente dans les niveaux de synthèse inductible de l'oxyde nitrique (NOS) ARNm tel que déterminé par réaction en chaîne par polymérase semiquantitatif.

Friedl *et al.* 2001 ont suggéré que le traitement de polysaccharide peut moduler plusieurs aspects des mécanismes de défense de l'hôte en raison de la stimulation de la NOS inductible.

Il a également été rapporté qu'une fraction de polysaccharides de *ginseng* splénocytes stimulés normales de souris en induisant l'expression d'ARNm de Th1 et Th2 cytokines de type et également restauré l'expression de l'ARNm d'IFN- γ , cytokine Th1, après son inhibition par l'ensemble du corps γ irradiation . Par conséquent, la fraction de polysaccharide de *ginseng* a été trouvée pour restaurer la fonction des lymphocytes T qui ont été supprimés par irradiation γ dans des réactions de lymphocytes mixtes allogénique.

Divers aspects des effets immunomodulateurs de *ginseng* ont été étudiés pour leurs effets toniques. La modulation de la production de cytokines, la potentialisation de la réponse immunitaire humorale, l'amélioration du CD4 (+) les activités des cellules T, la régulation

positive des effets adjuvants, la restauration de la fonction des lymphocytes T et BMCs viabilité après la suppression par irradiation γ sont particulièrement remarquables (Wee et al ; 2011).

Polysaccharides d'*Angelica sinensis* :

Angelica sinensis est une plante médicinale utilisée dans la médecine traditionnelle chinoise, les polysaccharides *Angelica sinensis* (Ag) Ont un certain nombre d'activités pharmacologiques Par exemple, une fraction de polysaccharide d'*Angelica sinensis* extrait de racine a un effet immunomodulateur puissant, ce qui facilite la croissance des macrophages péritonéaux de souris et de régulation de l'expression des cytokines Th1 et Th2 associées (Lei et al ; 2014).

Les polysaccharides isolés à partir Les racines d'*Angelica sinensis* renferment des polysaccharides acides et neutres. La fraction acide est constituée principalement de 25 % d'acide galacturonique, 0,44 % de mannose, 1% de rhamnose, 10,52% de glucose, 7,52% de galactose et 8,19 % d'arabinose.

Les polysaccharides acides d'*Angelica sinensis* sont montrés un effet immunomodulateur sur les macrophages.ils stimulent les macrophages à produire l'oxyde nitrique (NO) par l'induction de l'expression du gène iNOS. Le traitement des macrophages avec des différentes concentrations des polysaccharides acides conduit à l'augmentation de l'activation des enzymes lysosomal, et la sécrétion de facteur de nécrose tumoral (TNF- α) par les macrophages.

En outre, les polysaccharides acides activent les lymphocytes B, les cellules dendritiques et les macrophages via la présentation de récepteur TLR4, qui favorise la production de NO. L'activation est médiée par l'expression du récepteur sur la membrane (Yang et al ; 2007). Aussi, le traitement des macrophages avec le polysaccharide acide d'*Angelica sinensis* diminue la sécrétion d'l'IL-4 et réduit les cellules de TCD8+.

D'autre part, il augmente la sécrétion d'interleukine-12 (IL-12), IL-2, et le pourcentage des cellules TCD4+ (Mingliang et al ; 2012).

Polysaccharides de *Dendrobium officinale* :

Dendrobium officinale, est une plante médicinale précieuse spécifié dans la pharmacopée chinoise. Pendant des milliers d'années, sa tige est utilisée comme une plante tonique dans la médecine traditionnelle pour le traitement de l'hépatite, l'asthme et les troubles immunologiques.

Les études de bioactivité ont indiqué que la *Dendrobium officinale* pourrait améliorer la prolifération cellulaire et la capacité de phagocytose, ainsi que la régulation positive de l'expression de NO, TNF- α , IL -6, l'IL-12 de cytokines.

L'extrait de polysaccharides de *Dendrobium officinale* exerce des effets immunomodulateurs importants sur la réponse immunitaire innée médiées par les lymphocytes de la rate, les cellules NK et les macrophages.

La culture des splénocytes avec trois fractions des polysaccharides de *Dendrobium officinale* stimule de manière significative la prolifération de splénocytes quoique la DOP-2 est le plus efficace, ainsi il augmente la cytotoxicité des cellules NK. Tandis que, DOP-1 montre une augmentation importante de lymphocytes Th1 liées d'IL-2.

En plus, l'incubation des cellules RAW264.7 dans des plaques à 96 puits avec du PBS et diverses concentrations de *DOP*, *DOP-1* et *DOP-2* pendant 24 h augmentent l'activité phagocytaire de macrophages, en particulier à la forte concentration, et elles induisent la production de NO dans les macrophages, d'une manière dépendante de la dose (**Xia et al ; 2012**).

Polysaccharides de *Salicornia herbacea L* :

Salicornia herbacea L est une plante herbacée annuelle de la famille des Chénopodiaceae qui pousse dans les hauts marais salés et champs de sel dans la plupart de l'Asie, d'Europe et des pays d'Afrique du Nord (**Essaidi et al ; 2012**).

Ces dernières années, *Salicornia herbacea L* est efficace dans l'amélioration de la réponse inflammatoire et dans la prévention de l'athérosclérose, de l'hypertension et des tumeurs (**Im et al ; 2006**), elle a une activité immunomodulatrice, antimicrobienne et anti – hyperlipidémique (**Essaidi et al ; 2012**).

Les polysaccharides de *Salicornia herbacea L* sont de nature acide, constitué principalement de 66,66 % de galactose, 20 % de glucose et 13,33 % de mannose

Les polysaccharides de *Salicornia herbacea L* définit comme un immunomodulateur des macrophages. L'exposition des cellules RAW 246.7 aux polysaccharides de *Salicornia herbacea L* provoque une augmentation de la production de l'oxide nitrique NO dans les macrophages, cette production médiée par l'expression de gène iNOS (**Lee et al ; 2006**), polysaccharides de *Salicornia herbacea L* stimulé les cellules RAW à produire de NO produite par les macrophages (**Im et al ; 2006**).

La combinaison de polysaccharides de *Salicornia herbacea L* avec iFN (interféron) active les cellules RAW pour produire des cytokines telles que le TNF et IL-1 et l'oxide nitrique NO (**Im et al ; 2007**) Polysaccharides de *Salicornia herbacea L* stimule les cellules RAW pour produire le TNF- α et IL-1B (**Im et al ; 2006**).

En outre, les polysaccharides de *Salicornia herbacea L* induit la différenciation des cellules monocytaires aux macrophages, il active directement les lymphocytes B et d'autres cellules de système immunitaire (**Im et al ; 2007**).

Le traitement des macrophages par polysaccharides de *Salicornia herbacea L* induit de façon significative la production de NO et la transcription de iNOS par l'activation de facteur nucléaire-Kappa B NF-κB (**Lee et al ; 2006**).

b-D'origine fongique :

Polysaccharides de *Coriolus versicolor* :

Coriolus versicolor, le champignon de la détérioration blanche trouvée dans le monde entier, c'est un champignon médicinal avec une large gamme d'applications (**Lin et al ; 2008**).

Dans la médecine traditionnelle, ils sont utilisés pour dissiper la chaleur, et l'élimination des toxines, ainsi le renforcement physique et augmentation de l'énergie et de l'esprit, et améliorer la fonction immunitaire de l'hôte.

Dans la pratique clinique de la médecine traditionnelle chinoise, *Coriolus versicolor* est souvent indiquée pour les divers types de cancers, l'hépatite chronique, et les infections des voies respiratoires supérieures, urinaire, et du tube digestif (**Chu et al ; 2002**).

Les polysaccharides peptides de *Coriolus versicolor* contiennent des liaisons glucosidiques α-1,4 et β- 1, 3 dans leurs fractions polysaccharidiques, le D-glucose, arabinose et rhamnose sont les principaux monosaccharides présents (**Cui et al ; 2003**).

Le traitement des cellules RAW264.7 par les polysaccharides peptides augmentent la production de NO, d'IL-1b et la quantité de TNF-α (**Chu et al ; 2002**).

Polysaccharide de *Lentinus edodes* :

Lentinan est un glucane extrait du carpophore de *L. edodes* reconnu pour ses propriétés immunomodulatrices. Capable de réduire la croissance des tumeurs ainsi que les oncogènes chimiques et virales via la stimulation du système immunitaire (**Sanchez ; 2006**).

Lentinan est bien connu comme un type de modificateur de la réponse biologique (BRM) et peut jouer un rôle principale dans l'augmentation des cellules NK et les CTL (**Bisen et al ; 2010**).

Le polysaccharide L-II a été isolé et purifié à partir du corps de fructification de *Lentinus edodes* qui se composait de d-glucopyranose et avait le poids moléculaire de (2,03 x 10 Da) et

des souris ont été traitées avec trois doses du polysaccharide L-II (1, 5 et 10 mg / kg de poids corporel) pendant 10 jours.

La concentration de TNF-alpha , l' IFN-gamma dans le sérum ont augmenté de manière significative dans les polysaccharides des groupes par rapport au groupe de contrôle du modèle, mais l' IL-2 non. En outre, le polysaccharide L-II pourrait augmenter la production de NO et de catalase activité dans les macrophages.

Les résultats de ces évaluations ont démontré l'activité anti-tumorale du polysaccharide L-II sur sarcome 180 des souris transplantées, cette activité est médiée par immunomodulation dans l'induction de cellules T et les réponses du système immunitaire dépendante des macrophages (**Zheng et al ; 2005**).

Polysaccharide de *Sarcodon aspratus* :

Sarcodon aspratus est un champignon médicinal comestible, il est utilisé pour abaisser le taux de cholestérols, la relaxation des muscles et la circulation sanguine.

Sarcodon aspratus a été isolé par Chromatographie sur Sepharose 6B et de la colonne de DEAE-Sepharose (diethylaminoethanol) CL-6B. Analyses structurales préliminaires ont indiqué que le mitogène était un fucogalactane. Fucogalactane a provoqué la libération du facteur de nécrose tumorale alpha (TNF-alpha) et l'oxyde nitrique (NO) dans les macrophages de souris in vitro.

La production de TNF-alpha induite par 50 µg / ml de fucogalactane était significativement plus élevée que celle induite par le lentinan (500 µg / ml), d'environ 4,3 fois.

En outre, la dose a montré fucogalactane la dépendance à des concentrations de 5 à 500 microg / ml dans la production de NO (**Mizuno et al ; 2000**).

Polysaccharides de *Ganoderma lucidum* :

Ganoderma lucidum est un champignon médicinal, en Chine, est l'un des plus connus champignons dans la médecine traditionnelle chinoise, il est utilisé en Chine et de nombreux pays asiatiques comme un remède à promouvoir la santé et la longévité (**Shi et al ; 2014**).

Aujourd'hui, les polysaccharides extraits de *Ganoderma lucidum* sont encore utilisés pour traiter des affections comme l'ulcère gastrique, l'hépatite chronique, la néphrite, l'hypertension, l'hyperlipidémie, l'arthrite, l'insomnie, la bronchite, l'asthme, l'artériosclérose, la leucopénie, le diabète et l'anorexie (**Wang et al ; 2013**).

La recherche pharmaceutique moderne montre que *Ganoderma lucidum* polysaccharide **GLPL** a des effets physiologiques, y compris un fort antioxydant, immunomodulateur, et des activités antitumorales.

Les polysaccharides de *Ganoderma lucidum* (GLPL) sont extraits à partir des fruits de *Ganoderma lucidum* fermenté, à l'aide d'ultrasons (Shi et al ; 2014), ils constituent d'une chaîne linéaire de (1-3)- β -D-glucane (Wang et al ; 2013).

Les **GLPL** jouent un rôle important dans la modulation de l'immunité, l'exposition des macrophages RAW 264.7 aux **GLPL** stimule la prolifération de ces derniers, augmentent la phagocytose des cellules RAW 264.7 et ils inhibent la prolifération des cellules cancéreuses

D'autre part, le traitement des macrophages avec différentes concentrations de GLPL stimule la production de NO d'une manière dépendante à la dose (Shi et al ; 2014).

Polysaccharides de *Cordyceps sinensis* :

Cordyceps sinensis, un tonique prestigieux très utilisé en Chine depuis des siècles, est une forme particulière de champignon avec le corps de fruits fongique formée sur une larve d'insecte. Il montre une large gamme d'effets sur la santé et également est prescrite pour le traitement du cancer en médecine traditionnelle chinoise.

Un polysaccharide acide, désigné SPEA-1, est fractionné de l'exopolysaccharide produite par un champignon *Cordyceps sinensis* dans la culture du mycélium. La structure moléculaire de SPEA -1 est élucidée et caractérisée par des analyses spectrales et chromatographiques, et par dérivation par oxydation au periodate, la dégradation de Smith et la méthylation.

SPEA -1 est composé de 88.88% de glucopyranose et 11.12% d'acide pyrano-glucuronique plus une trace de mannose, a un poids moléculaire moyen d'environ 36kDa. SPEA -1 a un squelette linéaire de (1 \rightarrow 3) lié à des résidus α -D-Glcp avec deux ramifications, α -D-Glcp et α -D-Glc. A., attachés à la chaîne glycosidique principale par (1 \rightarrow 6) à chaque septième unité du α -D-Glcp.

L'augmentation de la concentration SPEA -1, de 25 à 250 μ g / ml dans la culture de cellules macrophages RAW 264,7, conduit à une augmentation de l'IL-10, mais une baisse notable dans les trois autres cytokines, TNF- α , IL-1 β et IL-6. IL-10 agit comme une cytokine anti-inflammatoire et les trois autres comme cytokines inflammatoires.

Ces effets dépendants de la concentration sur les différentes cytokines peuvent être expliqués en tant que SPEA -1 induit à la fois les (TNF- α , IL-1 β et IL-6) inflammatoires et les cytokines anti-inflammatoires (IL-10), à des concentrations relativement faibles et à des concentrations plus élevées, le niveau plus élevé d'anti-inflammatoire IL-10 libéré à partir des

cellules peut exercer un effet négatif sur la sécrétion de cytokines inflammatoires .Ceci implique que SPEA -1 a une activité anti-inflammatoire et immunomodulatrice(Wang *et al* ; 2011).

c-D'origine bactérienne :

Polysaccharides *zwitterioniques* (ZPSs) :

Les polysaccharides capsulaires isolés à partir de bactéries pathogènes sont constitués généralement d'un grand nombre d'unités de répétition de 1 à 8 ou plusieurs monosaccharides

Plusieurs polysaccharides *zwitterioniques* immunomodulateurs (ZPSs) ont identifiés à partir de différentes espèces bactériennes, y compris PS A1 et PS B de *Bacteroides fragilis* de souche 9343, PS A2 de *Bacteroides fragilis* 638, et la capsule polysaccharidique de Type 1 *Streptococcus pneumoniae* (SP1) .Bien qu'ils partagent des propriétés biologiques similaires, ces *ZPSs* ont des structures très différentes de produits chimiques.

PS A1 est composé d'une unité de répétition de tétrasaccharide ramifié avec trois monosaccharides dans la chaîne principale du polymère et un résidu de la chaîne latérale.

PS B contient un motif d'hexa saccharide récurrent avec trois résidus sur le squelette du polymère et trois sucres formant la chaîne latérale.

PS A2 contient une ramification d'unités penta saccharide répétitives. Sp1 est un polymère simple avec un motif de tri saccharide linéaire (Fig13) (Tzianabos *et al* ; 2000).

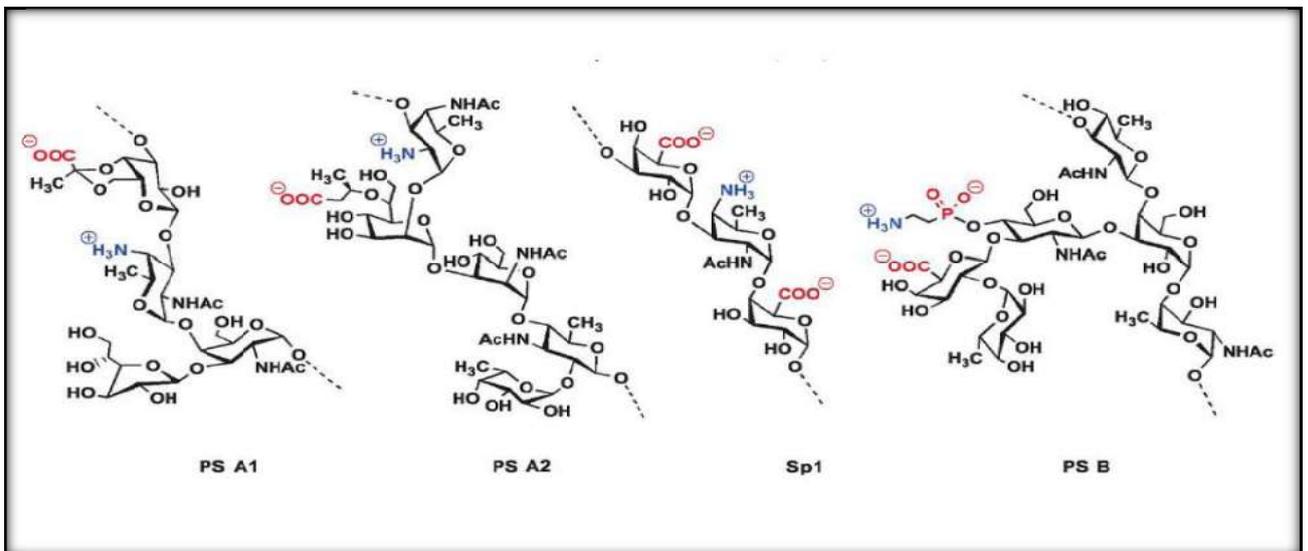


Figure13 : Une Structures chimiques des unités répétées de différents polysaccharides zwitterioniques (Tzianabos *et al* ; 2000).

Dans la modulation de la formation d'abcès. Induction d'abcès ou de prévention dépend de l'endroit où les cellules T sont administrées, la présence de matières fécales stérile adjuvant, et le type de cytokines produites.

Le **ZPSs** spécifiquement active les cellules T CD4+ et pas CD8 à ces essais. Il a également montré que l'altération chimique du motif de charge zwitterionique soit positive ou négative, mais pas *zwitterionique*, abrogé la capacité de **ZPS** pour activer les cellules T (Fig14). (Tzianabos et al ; 2000).

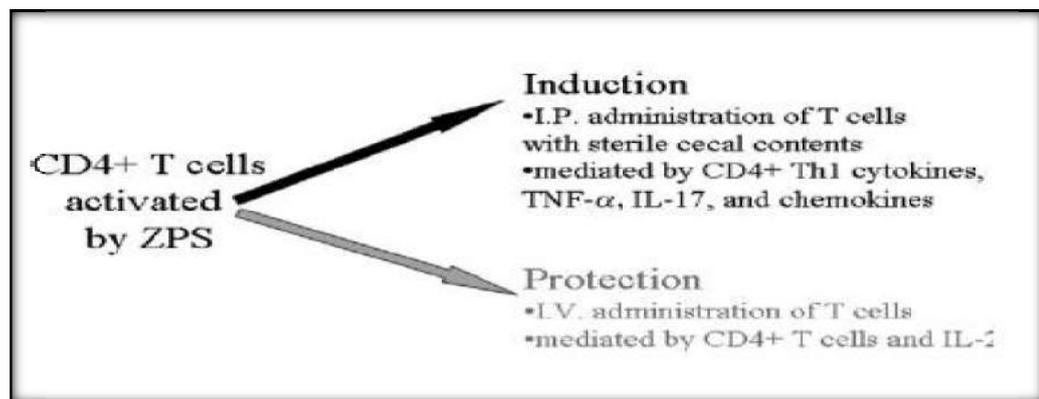


Figure 14 : Rôle paradoxal de Cellules T CD4+ activées par ZPS (Tzianabos et al ; 2000).

Une étude plus approfondie de conditions requises pour l'activation des cellules T par ZPS porté sur le rôle de la classe II du CMH-TCR (signal 1), ainsi que les interactions aussi bien que l'interaction de cellules T CD28-B7 de la voie de costimulation (signal 2). Les deux signaux sont nécessaires pour l'activation des cellules T par des antigènes protéiques conventionnels et sont présentés dans la Fig. 4. L'activation des cellules T médiée par ZPS nécessite l'implication du récepteur de la cellule T $\alpha\beta$ (TCR) depuis l'addition d'anticorps spécifiques pour ce ligand inhibe l'activation des lymphocytes T par ZPS. Une analyse plus poussée du rôle de la voie de costimulation de CD28-B7 présente l'interaction de CD28 présent sur les lymphocytes T avec le B7 ligand CD86 (B7-2) sur les APCs médiateur d'activation des cellules T par ZPS (TZIANABOS et al ; 2000).

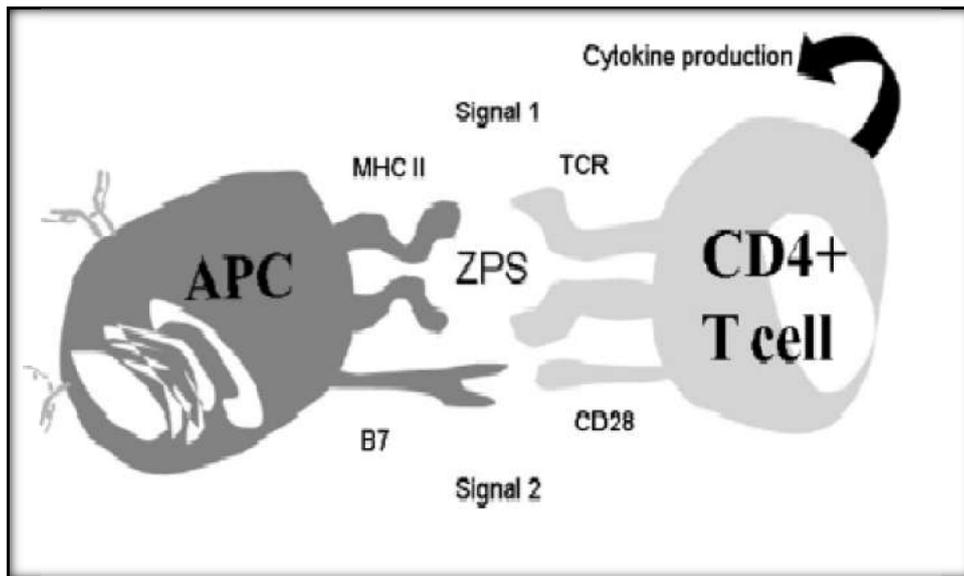


Figure 15 : Interactions Lymphocytes T / APC (TZIANABOS *et al* ; 2000).

L'activation des lymphocytes T dépend généralement de deux signaux. Signal 1 est caractérisé par l'interaction du TCR sur les lymphocytes T avec le CMH de classe II sur des APCs. Pour que les cellules T à devenir pleinement activés, Signal 2 est nécessaire. Il s'agit d'une ligature de CD28 sur les lymphocytes T avec B7 sur les APC. L'activation des lymphocytes T médiées par ZPS nécessite à la fois des signaux et cela se traduit par la production de cytokines par les cellules T CD4+. Ces cytokines dérivées de cellules T jouent un rôle dans l'induction d'abcès et de la prévention du ZPS (TZIANABOS *et al* ; 2000).

2-Polysaccharides à activité anticomplément :

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.

D'une part, elle peut être activée selon la voie classique par la liaison des anticorps aux antigènes puis à la fixation de ce complexe au facteur Clq ce qui entraîne une cascade d'activation protéique. D'autre part, elle peut être activée par la voie alternative par l'interaction des facteurs B à une protéine C3. (Blondin *et al* ; 1996).

a-D'origine végétale :

Polysaccharides de *Bupleurum smithii* :

Bupleurum smithii est une plante appartenant à la famille *Apiaceae*, elle est distribuée dans la région nord-ouest de la Chine. La médecine traditionnelle chinoise utilisait les racines bupleuri dans les ordonnances de médicaments pour le traitement tels que les maladies inflammatoires, les maladies auto-immunes. Ce sont des racines séchées de *Bupleurum chinense* ou de *Bupleurum scorzonerifolium*, appelé aussi Chai-Hu. Les racines de *Bupleurum smithii* sont également utilisées comme racine bulpeuri.

Xu et al ; 2007 montre que l'extrait à l'eau chaude des racines de *Bupleurum smithii* a une activité anti-complément pour les deux voies classique et alterne. La molécule liant à cette propriété est un polysaccharide acide homogène et en plus ramifié qui est appelé D3-S1. Ce dernier contient 94,06% de glucides totaux, 27,20% d'acide uronique et seulement 1,98% de protéine.

La composition de monosaccharide de D3-S1 est examinée par l'analyse chromatographique en phase gazeuse. Le résultat a montré que ce polysaccharide est principalement composé d'arabinose, de galactose et d'acide galacturonique dans les proportions 2,6, 1,0, 1,2. Ainsi, il renferme des traces de rhamnose, de glucose, de xylose et de mannose. Il a un poids moléculaire moyen d'environ 2000000 DA.

Des études préliminaires du mécanisme du complément à l'aide de sérum qui est appauvri en composant de complément indiquent que D3-S1 réagit sélectivement avec C1s, C3 et C4 mais pas avec C1q, C1r, C2, C5 et C9.

Lorsque le sérum traité par D3-S1 est mélangé avec C2, C3 ou C4 appauvri en sérum, les résultats indiquent que l'addition de sérum appauvri en C3 et en C4 n'affecte pas l'activité hémolytique du sérum traité par D3-S1, tandis que le sérum appauvri en C2 restaurant à l'activité hémolytique.

Dans le cas des composants terminal du complément C5 et C9, l'activité hémolytique de sérum traité par D3-S1 est également restée. D'autres études ont indiqué que D3-S1 réagit sélectivement avec C1s, C3 et C4, mais pas avec le C1q, C1r, C2, C5 et C9. Par conséquent D S1 inhibe l'activation du complément en bloquant sélectivement plusieurs composants clés de ce système (Xu et al ; 2007).

Polysaccharides de *Tanacetum vulgare L*:

Tanacetum vulgare L (Tanaisie) est une plante herbacée vivace de la famille des Asteraceae, elle est très commune en Europe et en Asie. La Tanaisie est utilisée largement dans la médecine traditionnelle pour le traitement des différentes maladies telles que la fièvre, rhumatismes, les ulcères et des troubles digestifs.

XIE *et al* ; 2007 ont isolés à partir des fleurons de tanaisie des hétéropolysaccharides acides qui ont un effet anti-complément. Ces polysaccharides acides sont extraits par l'utilisation séquentielle de l'extraction à l'eau chaude, la précipitation à l'éthanol puis l'ultrafiltration, ensuite ils sont purifiés et fractionnés par Chromatographie d'échange d'ions sur une colonne de DEAE-cellulose et chromatographie d'exclusion de taille (SEC) sur une colonne de Sepharose 6B. Les résultats montrent que les polysaccharides de tanaisie contiennent les protéines.

Ces hétéropolysaccharides acides constitués par quatre fractions principales qui sont désignés comme T-I, T-II, T-III, et T-IV où ce dernier contenant plus de 40% de protéines tandis que les autres fractions T-I, T-II et T-III ont des protéines à des pourcentages respectivement 1,2, 3,1 et 7,0. A cause de ça, la fraction T-IV subit en outre une séparation par chromatographie sur Sephadex G-50 ce qui donne trois sous-fractions désignées en tant que T-IV-1, T-IV-2 et T-IV-3.

Pour déterminer la structure des polysaccharides tanaisie, il est utilisé l'analyse de CCM et la résonance magnétique du proton qui sont montrés que la squelette est constituée de α -rhamnopyranose, de β -galactopyranose, d' α -arabinofuranose et de résidus α -galacturonopyranose

Parmi ces polysaccharidiques de tanaisie, on trouve que la fraction T-III et T-IV capable à fixer le complément. La fixation de complément par T-III est dépendante à la dose élevé, cependant la T-IV peut fixer le complément même en des doses faibles (XIE *et al* ; 2007).

Polysaccharides de *Cola cordifolia*:

L'écorce de l'arbre médicinal *Cola cordifolia* est utilisée en médecine traditionnelle malienne comme un remède pour traiter les blessures, la douleur, la fièvre et la diarrhée. Il contient des types de polysaccharides ayant des activités immunomodulatrices inhabituelles

L'écorce de *Cola cordifolia* est traitée avec l'eau chaude pour préparer une décoction, dans cette dernière présente de nombreux types des composés à faibles poids moléculaires et macromolécules.

Austarheim *et al* ; 2012 ont trouvés que les polysaccharides extraits par l'écorce de *Cola cordifolia* sont CC1, CC1P1, CC1P2, CC2 et CC3 qui ont des rendements: 70%, 50%, 20%, 20% et 10% respectivement.

L'activité de fixation du complément humaine est mesurée par la détermination de capacité du complément pour l'inhibition de l'hémolyse des globules rouges de mouton sensibilisés par des anticorps de lapin. Le CC1P1 a montré une activité anti-complément très élevée, pour fixer le complément.

Le CC1P1 propose comme un type relativement uniforme de la pectine inhabituelle à cause de la présence de Gal α -lié. C'est un polymère qui est constitué par une séquence répétitive de avec un poids moléculaire 135 kDa Les proportions en poids de la composition mono saccharidique de CC1P1 est trace d'arabinose, 32% de rhamnose, 35% d'acide galacturonique, 2% de galactose et 31% de galactose (**Austarheim et al ; 2012**).

3-Activité antivirale des polysaccharides :

a-D'origine végétale :

Polysaccharides d'*Azadirachta indica* :

Azadirachta indica populairement connu sous le nom de neem, a été largement utilisé dans la médecine ayurvédique par la population indienne depuis plus de 2000 ans. Il est utilisé traditionnellement pour la guérison de diverses maladies. Les produits naturels et leurs dérivés constituent une excellente source pour de nouveaux médicaments anti-viraux.

Une étude vise à évaluer l'activité de deux polysaccharides (P1 et P2) isolés à partir des feuilles d'*Azadirachta indica* et leurs dérivés chimiques sulfatés (P1S et P2S) contre le poliovirus de type 1 (PV1).

Les polysaccharides ne présentent pas d'effets cytotoxiques sur des cellules Hep-2 à la concentration testée la plus élevée (200 $\mu\text{g} / \text{ml}$) et ont montré une activité antivirale significative à des concentrations inhibitrices (IC_{50}) de 80 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 37.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 77.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$, et 12.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ pour P1, P1S, P2S et P2, respectivement.

Les composés ont montré un meilleur effet d'inhibition lorsqu'il est ajouté en même temps que l'infection virale avec une courbe d'inhibition dépendante de la dose. Moindre effet a été observé lorsque les composés ont été ajoutés après l'infection virale et le moins d'effet sur le prétraitement.

Les polysaccharides obtenus à partir d'*Azadirachta indica* agissent contre PV-1 en inhibant la phase initiale de la réplication virale. Fait important, les polysaccharides d'origine ont montré un meilleur effet virucide que leurs dérivés sulfatés à toutes les concentrations testées. Cette

étude fournit une base scientifique pour les utilisations passées et présentes ethno médicales de cette plante (Yamamoto *et al* ; 2012).

Polysaccharide de *Prunella vulgaris* :

Prunella vulgaris une plante vivace trouve couramment en Chine et en Europe, a longtemps été utilisé comme une médecine populaire pour guérir des maux.

PPV est une fraction de polysaccharide ayant une activité antivirale, isolée à partir des pointes sèches de la plante *Prunella vulgaris* par extraction à l'eau chaude, et précipitation par l'éthanol. Leur effet est testé sur l'expression des antigènes de cellules hôtes Vero, où les cellules Vero sont infectées par HSV-1 et HSV-2 respectivement, et incubé avec différentes concentrations de PPV.

Des immuno marquages spécifiques avec des anticorps conjugués à un fluorochrome et cytométrie en flux sont utilisé pour mesurer quantitativement l'expression de ces antigènes viraux et l'activité anti-HSV de cette fraction de polysaccharide. Cet effet est ainsi étudié sur des souches DM2.1résistantes à l'acyclovir (ACV) de HSV-1.

Les proportions de cellules Véro exprimant l'antigène HSV-1 sont considérablement réduits par 13 à 87,4% par rapport au contrôle après des incubations avec 12,5 à 100 µg/ ml de PPV respectivement. La concentration efficace CE50 de PPV induisant 50% d'inhibition de l'expression de l'antigène de HSV-1 dans les cellules infectées est de 20,6 µg/ml. Ainsi, les cellules infectées par l'antigène HSV-2, sont considérablement réduites par 13,9 à 84,6% par rapport au contrôle après des incubations avec 12,5 à 100 µg/ml de PPV respectivement. Le CE50 de PPV sur l'expression de l'antigène HSV-2 est de 20,1 µg/ml.

D'autre part, le PPV réduit de manière significative la proportion de cellules qui expriment l'antigène de HSV-1et résistent à l'acyclovir. Tandis que, les cellules Vero infecté, positifs pour l'antigène de HSV sont considérablement réduites par 24,8 à 92,6% en comparaison avec le contrôle après des incubations avec 25 à 100ug/ml de PPV, respectivement. Donc PPV présente une importante activité antivirale (CHI-MING CHIU *et al* ; 2004).

Polysaccharides de *Rhizophora apiculata* Blume :

Un polysaccharide extrait de la feuille de *rhizophora apiculata* a été évaluée dans des systèmes de culture cellulaire, par son activité contre les virus de l'immunodéficience humaine et simienne Ce dernier est composé principalement de galactose, galactosamine et d'acide uronique

Les résultats montrent que, RAP inhibe le VIH-1 de façon dose-dépendante avec une concentration efficace CE50 de 6,5 µg/ml. Il a bloqué l'expression de l'antigène du VIH-1 dans

les cellules MT-4 (La lignée MT4 est une lignée de cellules T humaines transformées par le virus), et a supprimé la production de l'antigène p24 de VIH-1 dans les cellules mononuclées du sang périphérique (PBMC); la concentration efficace (CE50) de (RAP) dans des cellules MT-4 infecté par VIH-1 et dans des PBMC est de 10,7 et 25,9µg /ml, respectivement. Ainsi, (RAP) a complètement bloqué la liaison de virions VIH-1 aux cellules MT-4 à une concentration de 100µg/ml.

D'autre part, (RAP) a également réduit la production de l'ARNm viral lorsqu'il est ajouté avant l'adsorption du virus. Et a inhibé la formation de syncytium en Co-cultures de cellules MOLT-4 et MOLT-4/HIV-1IIIB cellules une concentration inhibitrice à 50% de 53,3 µg /ml et suggérant que cela nuit à la gp120 et éviter la formation de complexe gp120/CD4.

Toutes les données obtenues avec (RAP) indiquent clairement l'attachement du virus à la membrane cellulaire en tant que cible de son action antivirale donc il peut être supposé pour bloquer cette fixation par la formation d'un bouclier entre la glycoprotéine gp120 de l'enveloppe virale et le récepteur CD4 de la membrane cellulaire (**Premanathan et al ; 1999**).

b-D'origine algale :

Polysaccharides de *Saccharina longicruris* :

Saccharina longicruris est une algue brune présente au Québec comportant des polysaccharides sulfatés (galactofucanes ou fucoïdane).

Les fucoïdanes sont des polysaccharides structuraux présents dans la paroi cellulaire des algues. Sont généralement linéaires et ils sont composés d'un tétrasaccharide répétitif dont les On les retrouve aussi dans les concombres de mer et dans les oeufs d'oursins. Ces fucoïdanes fucoses se distinguent par leur profil de sulfatation.

Percival et Mc dowell 1967 ont découvert que les fucoïdanes avaient deux structures possibles. La première consiste en des unités fucoses liées en α -(1 - 2) avec la présence de groupement sulfate en position 4. La deuxième comprend les mêmes éléments que la première mais en plus avec la possibilité de lien α -(1,3) entre les fucoses les fucoïdanes possèdent des activités antivirales in vitro en inhibant l'infection des cellules hôtes par Herpes simplex cytomegalovirus et VIH.

Le mécanisme d'action des fucoïdanes contre ces virus se situe au niveau de l'inhibition de l'attachement du virus sur les cellules Th. Dans le cas du VIH, les fucoïdanes empêcheraient la

liaison entre la glycoprotéine 120 et le récepteur CD4 des cellules hôtes empêchant la formation d'un syncytium (cellule de grosse taille).

Ainsi, les fucoïdanes joueraient un rôle protecteur en limitant la replication du virus et aussi en empêchant la formation de syncytium.

Pour Herpes simplex type 2, une étude in vitro a montré que les fucoïdanes doivent être présents lors de la phase d'absorption du virus afin d'éviter l'appariement du virus avec les cellules hôtes.

D'autres ont montré par des tests in vitro, que même 2 heures après l'infection, les fucoïdanes inhibaient la replication d'Herpès simplex type 1.

Il est possible que le polysaccharide s'attache à certaines membranes moléculaires de la cellule hôte ce qui empêcherait la pénétration du virus (**Rioux ; 2010**).

4-Polysaccharides à activité gastroprotective :

Un ulcère est le résultat d'un déséquilibre entre les facteurs agressifs et défensifs. d'une part, trop d'acide et de la pepsine peuvent endommager la muqueuse de l'estomac et causer des ulcères. D'autre part, le dommage provient d'autres causes, ce qui rend la muqueuse gastrique sensibles à même à un niveau ordinaire de acid1 gastrique

Un ulcère gastroduodéal de l'estomac est appelé un ulcère gastrique, du duodénum, un ulcère duodéal; et de l'œsophage, un ulcère de l'œsophage. Un ulcère se produit lorsque la paroi de ces organes est corrodée par les sucs digestifs acides qui sont sécrétées par le cellules² de l'estomac maladie de l'ulcère gastroduodéal est commune, affectant des millions de personnes chaque année. (**Baggio et al ; 2014**)

a-D'origine végétale :

Polysaccharide de *Chenopodium quinoa* :

Quinoa est une pseudocéréale d'origine andine et est principalement utilisé de la même manière que le blé et le riz.

Il y a eu un intérêt croissant pour le **quinoa** en raison de sa qualité nutritionnelle supérieure par rapport à d'autres céréales et de ne pas avoir de gluten. Ainsi, le quinoa est un

ingrédient de remplacement dans le régime sans gluten et peut être utilisé par des personnes qui souffrent de la maladie coeliaque.

Pour ces raisons, différentes études ont été menées sur la composition chimique des graines de *quinoa* dans la dernière décennie et ce pseudocéréale a été noté comme un nouveau produit alimentaire dans le monde.

Après élimination de l'amidon, des polysaccharides des parois cellulaires de graines de quinoa ont été étudiés. Ils ont été extraits successivement avec de l'eau et avec une solution aqueuse 10% de KOH.

Les polysaccharides extraits ont été fractionnés et purifiés par traitement au gel-dégel et par ultrafiltration séquentielle à travers les membranes. Les résultats montrent que ce polysaccharide est composée d'un arabinane. Cette arabinane α (1→5) lié avec L-arabinofuranosyl. Les principales différences entre ces fractions étaient leur masse moléculaire et le contenu de Rha et GALA, qui résultent probablement d'une augmentation de leur squelette rhamnogalacturonane.

Un groupe de ces polysaccharides (arabinane et polysaccharides pectiques arabinane riche) a montré une activité gastroprotectrice sur les lésions gastriques aiguës induites par l'éthanol chez le rat.

Dans le cas des ulcères gastriques induits par l'éthanol absolu, le polysaccharide probablement interfère avec le mécanisme ulcérogène, montrant une propriété cytoprotectrice.

La protection de la muqueuse gastrique pourrait être due à la capacité du polysaccharide à augmenter la synthèse du mucus et / ou de sa capacité à se lier à la muqueuse de la surface et exercer un revêtement protecteur. La barrière de mucus est un facteur de protection important pour la muqueuse gastrique contre l'attaque aiguë, ce qui empêche la pénétration de l'agent nécrosante.

Enfin, cette recherche renforce les propriétés de *quinoa* comme un aliment extrêmement sain de l'avenir et peut ouvrir de nouvelles voies pour son utilisation comme aliment fonctionnel (Cordeiro et al ; 2011).

Polysaccharides d'*Acmella oleracea* :

Acmella oleracea est une plante de la famille des Asteraceae et populairement connu comme "jambu " ou "agrião do Pará". Dans le nord du Brésil (Amazonie), il est couramment utilisé comme ingrédient pour l'alimentation et dans la médecine traditionnelle pour le traitement de plusieurs troubles, qui comprennent les maux de dents, stomatite et le froid.

A rhamnogalacturonane (régal) a été isolé à partir *d'Acmella oleracea* est composé de l'acide uronique, du galactose, de l'arabinose, du rhamnose avec un poids moléculaire de 226000 g / mol.

L'analyse de méthylation et par spectroscopie RMN a indiqué que SC est un rhamnogalacturonane composé d'une longue chaîne, en ter coupées de quelques résidus α -L-Rhap, partiellement substitués par des chaînes latérales de arabinogalactanstypeII. Le SC a significativement inhibé les ulcères gastriques induits par l'éthanol chez le rat avec une DE50 de 1,5 mg / kg (**Nascimento et al ; 2013**).

L'inhibition des lésions gastriques induites par l'éthanol semble être attribuée au maintien des niveaux de mucus en plus de se défaire de la formation d'une barrière physique sur la muqueuse gastrique. En continuant avec l'évaluation des voies de défense, les résultats ont également exclu l'inhibition de la sécrétion d'acide gastrique comme mécanisme de gastroprotection de régäl (**Baggio et al ; 2014**).

5-Polysaccharides à activité anti-inflammatoire :

La réaction inflammatoire est un mode de réponse de l'organisme à une agression de type infectieuse, immunologique, tumorale, etc. Cette réaction est souvent bénéfique mais il arrive parfois qu'elle endommage les cellules et les tissus. On appelle système du complément, un groupe de protéines sériques impliqué dans la phagocytose et la lyse des bactéries (**Rioux ; 2010**).

a-D'origine algale :

Polysaccharides de *Saccharina longicuris* :

Saccharina longicuris anciennement nommé *Laminaria longicuris* fait partie de l'ordre des Laminariales et de la famille des Laminariaceae. Elle contient environ 0,2% de laminarane, 1,7% de fucoïdane, 20,0% d'alginate.

Les fucoïdanes sont composés généralement de L-fucoses, d'acide D-uronique, de D-galactose, de D-xylose, de sulfate et les proportions de chacun sont variables. Ces fucoïdanes sont 40 fois plus actifs que l'héparine pour l'inhibition de la voie classique et égaux à l'héparine pour l'inactivation de la voie alternative.

Les fucoïdanes de faibles poids moléculaires inhibent l'action de la convertase C3 en limitant l'activation de C1 ou par la segmentation de C4 par C1. Les fucoïdanes ont aussi la capacité d'inhiber la voie alternative en empêchant la liaison entre le facteur B et C3.

Des études *in vivo* ont montré que les fucoïdanes empêchent la migration de deux types de leucocytes (neutrophiles et éosinophiles) vers les sites d'inflammations.

D'autres effets ont été rapportés, par exemple : la perfusion des fucoïdanes s'avère utile pour réduire l'infiltration de neutrophiles (leucocytes) dans les blessures myocardiques après une reperfusion ou une ischémie chez le rat. Une étude *in vivo* a été réalisée pour tester la capacité anti-inflammatoire des fucoïdanes commerciaux lors d'une méningite bactérienne. Lors d'une méningite, la réponse inflammatoire est causée par des cytokines telles : TNF- α et IL1

Ces cytokines provoquent l'accumulation de leucocytes dans le liquide cébrospinal ce qui peut causer des dommages neurologiques. Des études ont montré qu'une réduction des leucocytes dans l'espace sous-arachnoïdien peut réduire la mortalité (**Rioux ; 2010**).

6-Activité antioxydante des polysaccharides :

Un antioxydant est toute substance qui lorsqu'elle est présente en faible concentration par rapport à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient de manières significatives l'oxydation de ce substrat.

Ces antioxydants présentent un intérêt croissant car il semblerait que les formes réactives de l'oxygène (les radicaux superoxydes, hydroxyles, alkoxydes et peroxydes, le peroxyde d'hydrogène, l'oxygène singulet) soient, en partie du moins à l'origine de nombreuses affections comme la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer, l'artériosclérose, la polyarthrite chronique, le mongolisme ou encore le cancer (Ils interviennent aussi dans le phénomène de vieillissement (**Timbo ; 2003**)).

a-D'origine végétale :

Polysaccharides de *Camellia sinensis* :

Des études récentes ont démontré que l'extrait de fleur de thé a diverses activités biologiques, dont les polysaccharides sont l'une des principales composantes d'extrait de fleur de thé qui ont montré des activités biologiques essentiellement: antioxydants... Tout d'abord, l'extrait brut des polysaccharides de fleurs de thé *Camellia sinensis* TFPS est préparé par extraction à l'aide d'eau chaude et précipitation à l'éthanol, et purifié par chromatographie

d'échange d'anions sur DEAE-cellulose pour donner trois fractions polysaccharidiques TFPS-1, TFPS-2 et TFPS-3 dont les taux de récupération sur la base de la quantité de TFPS brut utilisée est de 3,55%, 34,23% et 49,69%, respectivement. Ensuite, le TFPS brut et ses fractions purifiées ont été caractérisés par les analyses chimiques, chromatographie en phase gazeuse (GC) et la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier IRTF. Enfin, l'activité anti-oxydante *in vitro* est déterminée et étudiée (XU *et al* ; 2012).

XU *et al* ; (2012) montrent que TFPS brut et les trois fractions sont des polysaccharides sulfatés liés aux protéines, dont le TFPS brut est composé de rhamnose, l'arabinose, le mannose, le glucose et du galactose dans un rapport molaire de 1,0, 2,8, 0,4, 2,4, 4,6 avec l'existence d'xylose et fucose. En outre, TFPS-1 qui est un polysaccharide neutre composé de l'arabinose, le fucose, xylose, le mannose, le glucose et le galactose, dont le glucose est le monosaccharide principal (45,39%), tandis que les deux TFPS-2 et TFPS-3 qui sont des polysaccharides acides composés de rhamnose, l'arabinose et le galactose, dont l'arabinose est le monosaccharide principal (55,16% et de 53,34% pour TFPS-2 et TFPS-3, respectivement).

Les résultats ont montré que tous les échantillons possèdent une activité de piégeage, dont cette activité est forte sur DPPH et sur les hydroxyles en particulier pour TFPS-1 et TFPS brut respectivement, ainsi pour TFPS brut et TFPS-3; TFPS brut et TFPS-1 sur le radical anion superoxyde et la chélation de l'ion métallique respectivement. Les propriétés antioxydantes des polysaccharides sont principalement associées à leurs compositions monosaccharides, poids moléculaire, conformation et ainsi la teneur en acide uronique, la teneur en protéines et de la complexité de la composition en monosaccharides, dont sauf pour le DPPH, TFPS brut présente la plus forte activité antioxydante.

D'autre part, la plus forte activité de piégeage sur DPPH pour TFPS-1, peut être due à sa teneur relativement élevée de composition de monosaccharide compliqué et les radicaux sulfuriques, qui s'effectue par la donation de l'hydrogène pour former une molécule stable DPPH-H, et la plupart des échantillons qui peuvent nettoyer DPPH ont des caractéristiques structurales similaires, tels que les groupes -OH et -OSO₃H. Ainsi que l'activité de piégeage des radicaux accrue des polysaccharides sulfatés sur la forme neutre peut être dû à ce que le groupe sulfate peut agir comme un électrophile qui favorise l'abstraction d'hydrogène intramoléculaire (XU *et al* ; 2012).

Polysaccharides de *Cereus triangularis* :

Cereus triangularis est une plante recueillie à Sakaramy dans la région Nord de Madagascar. Plusieurs méthodes ont été effectuées afin de déterminer les propriétés antioxydantes, des fractions de polysaccharides de *Cereus triangularis* cladodes.

Cladodes : Un cladode est un rameau spécialisé qui a l'apparence et la fonction d'une feuille.

Un arabinogalactane de haut poids moléculaire avec un rapport Ara / Gal de 0,39 a été extrait des cladodes de *Cereus triangularis* récoltés au Nord de Madagascar.

Les analyses RMN ont montré que la structure de cet arabinogalactane pourrait être constituée d'une chaîne principale de (4→1) β- D-galactopyranosyle où certaines unités peuvent être ramifiées en position 3 avec les résidus L-arabinofuranosyle.

Les résultats indiquent que cette forme de mucilage de cladodes de *Cereus triangularis* a des activités antioxydantes. Par conséquent, on peut conclure que cette famille d'arabinogalactane pourrait être utilisée en tant que nouvelles sources d'agents antioxydants naturels pour les industries alimentaires et pharmaceutiques. Dans l'avenir, il pourrait être envisagé d'étudier le comportement rhéologique de polysaccharides.

En règle générale, il a été bien décrit que l'effet de piégeage des radicaux DPPH des polysaccharides antioxydants a été clairement corrélé à leur capacité de donneur d'hydrogène. En outre, cette activité anti radicalaire de polysaccharides des cladodes de C.

Triangularis contre radical DPPH pourraient être corrélées avec la présence de l'acide galacturonique.

En fait, comme décrit précédemment dans la littérature (**Delattre et al ; 2014**), il a été confirmé l'augmentation des propriétés anti-DPPH avec des polysaccharides oxydés. Ensuite, les groupes carboxylate ont été décrits pour leur capacité à activer l'atome d'hydrogène de l'atome de carbone anomère conduisant ainsi à augmenter leur capacité de donneur d'hydrogène (**Petera ; 2010**).

b-D'origine algale :

Polysaccharides de *Sargassum graminifolium* :

Les algues brunes sont connues pour être riches en polysaccharides pariétaux dont certains, comme l'alginate, sont déjà exploités comme agent texturant. Il existe d'autres composés appartenant à cette famille qui sont peu exploités commercialement mais font l'objet de nombreuses études sur leur potentiel d'activité biologique.

Un polysaccharide de l'algue brune *Sargassum graminifolium* a été extrait par un procédé au chloroforme puis à l'eau chaude (90°C) et précipitation à l'éthanol. Une farine d'algues

séchées a été utilisée. L'extrait contenait environ 76 % de sucres totaux et 10 % de sulfates, pour 0,12 % de protéines. Son activité antioxydante a été évaluée ainsi que ses effets potentiels sur la formation des calculs rénaux. La formation des cristaux d'oxalate de calcium a été utilisée comme modèle avec le citrate tri sodique en témoin positif.

Les résultats ont montré que dès l'étape de nucléation des cristaux, l'extrait d'algues induit une inhibition de leur formation à hauteur de 69 %, comparée à 59 % par le citrate. De même, pendant l'étape d'agrégation, les inhibitions observées sont respectivement de 71 % et de 77 % pour le citrate et l'extrait d'algues.

Les polysaccharides d'algues qui ont été préparés ont donc un potentiel intéressant pour réduire la formation des cristaux d'oxalate de calcium qui sont une forme commune des calculs urinaires. Leur formation est aussi liée au stress oxydatif cellulaire. Des études ont montré qu'un traitement antioxydant est capable de réduire la formation des calculs d'oxalate de calcium.

Les chaînes polysaccharidiques jouent un rôle en mobilisant les ions calcium présents en solution. Ces derniers sont alors moins disponibles pour former des cristaux avec les oxalates (**Zhang et al ; 2012**).

7-Polysaccharides à activité anticoagulante :

L'effet anticoagulant est défini comme l'inhibition de la formation de thrombine active dans le plasma, alors que l'effet anti thrombotique est défini comme l'inhibition de la formation de la thrombose et/ou de sa croissance (**Colliec et al ; 1990**).

Quatre classes distinctes de polysaccharides sulfatés (Héparine, Dermatane-sulfate, chondroïtine sulfate fucosylé et fucoïdane des algues) ont toutes une activité anticoagulante, due à leur interaction avec les enzymes et les inhibiteurs du système de la coagulation.

Leurs effets anticoagulants dépendent d'un modèle exact de substitution sulfurique. Une petite modification dans la structure conduit à une perte presque complète de l'activité anticoagulante (**Mulloy et al ; 2000**).

a-D'origine animale :

Activité anticoagulante des héparines :

Les héparines sont des anticoagulants naturels administrés par voie parentérale (Intraveineuse et Sous-cutanée).

Et sont de nature polysaccharidique dont les préparations commerciales sont extraites de la muqueuse intestinale du porc et autrefois du parenchyme pulmonaire du bœuf.

Les héparines sont essentiellement utilisées dans le traitement curatif des affections thromboemboliques veineuses et artérielles.

Il existe deux types des héparines utilisables et administrées par voie intraveineuse ou sous cutanée, l'héparine non fractionnée (HNF) et les héparines de bas poids moléculaire (HBMP).

L'héparine non fractionnée est composée d'un mélange hétérogène de chaînes polysaccharidiques sulfatées de taille et de structures différentes extraites de la muqueuse intestinale de porc.

Le poids moléculaire varie de 5000 à 35000 daltons alors que les héparines de bas poids moléculaire sont issues de la dépolymérisation des chaînes polysaccharidiques de l'HNF par des procédés chimiques ou enzymatiques, leurs poids moléculaire varient de 3000 à 5000 daltons

L'HNF et les HBPM forment un complexe avec l'anticoagulant physiologique l'antithrombine III potentialisant son effet sur l'inactivation de divers facteurs de coagulation. Le complexe HNF-antithrombine III inactive le plus notamment les facteurs Xa et la thrombine (facteur IIa), mais à un moindre degré les facteurs IXa, XIa et XIIa, alors que le complexe HBPM-antithrombine III inhibe particulièrement le facteur Xa et à moindre degré la thrombine **(Batty et al; 2010).**

L'héparine exerce son action anticoagulante en catalysant l'activité inhibitrice de l'antithrombine à l'égard des facteurs X activé et II activé Il possède une haute affinité pour l'antithrombine → inhibiteur physiologique majeur de la coagulation. L'héparine se fixe à l'antithrombine grâce à une séquence penta-saccharidique (fondaparinux) distribuée au hasard sur environ 1/3 des chaînes d'héparine. En se liant à l'antithrombine circulante, l'héparine agit en accélérant de façon considérable l'action inhibitrice de ce dernier (environ 1000 fois) sur les facteurs de la coagulation : IIactivé +++, Xactivé +++, XIIactvié, IXactvié. Donc il prolonge ainsi le temps de coagulation et empêche l'extension du thrombus favorisant sa lyse par la fibrinolyse réactionnelle de l'organisme **(Martine et al ; 2006).**

b-D'origine algale :

Polysaccharides de *Saccharina longicruris* :

L'activité anticoagulante des fucoïdanes est l'une des activités les plus importantes de ce polysaccharide. Plusieurs études ont été réalisées et des résultats ont été obtenus à partir de tests *in vitro* et *in vivo*.

Lors d'une transfusion sanguine ou d'une opération, la coagulation du sang n'est pas un phénomène souhaitable. Des médicaments comme l'héparine et la warfarine sont administrés aux patients pour limiter ce phénomène.

Les fucoïdanes ont été proposés comme alternative à l'héparine, car ils ont moins de risque de contenir des virus ou des prions puisque celle-ci provient fréquemment du porc ou du bœuf. Des études ont montré que les fucoïdanes sont des anticoagulants puissants semblables à l'héparine, mais ayant un mécanisme d'action différent. Une étude a dévoilé l'effet des fucoïdanes sur les premières étapes de la coagulation : l'activation plaquettaire **(Rioux ; 2010)**.

Les résultats ont montré que l'effet était influencé par la dose, le poids moléculaire et le nombre de groupement sulfaté des fucoïdanes. Curieusement, les fractions les plus actives étaient celles les moins sulfatées et de hauts poids moléculaires. Ce phénomène serait influencé par le degré de ramification du polysaccharide. Plus le fucoïdane est ramifié, plus la coagulation des plaquettes serait importante.

Une étude *in vivo* réalisée chez le babouin a montré après injection de fucoïdane, une forte agrégation plaquettaire lors d'une xénotransplantation, transfert de cellules, tissus ou organe entre des individus de deux espèces différentes.

Cependant, l'activation plaquettaire n'est pas un processus souhaitable lorsque le système ne subit pas de dommage et pourrait engendrer la formation de caillot chez des personnes saines provoquant ainsi des thromboses ou des embolies.

D'autres études *in vivo* ont démontré le potentiel anticoagulant des fucoïdanes en agissant sur la thrombose. Du fucoïdane a été injecté par intraveineuse à des lapins dix minutes avant induction de la thrombose. Les résultats ont montré que les fucoïdanes inhibent l'action du facteur X_a et l'action anti thrombose persiste plus longtemps qu'avec l'héparine **(Rioux ; 2010)**.

8-Polysaccharides à activité anticancéreuses :

Le cancer est un problème universel de santé à une forte morbidité et mortalité (Bao *et al* ; 2013). C'est une maladie multifactorielle complexe typiquement caractérisé par une croissance incontrôlée de cellules transformées (Wang *et al* ; 2014), qui tendent à envahir les tissus environnants et métastaser vers d'autres tissus et organes (Zong *et al* ; 2012).

Selon le rapport statistique de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 12.7 millions de cas de cancer et 7.6 millions de décès par le cancer, ont été enregistrés dans le monde en 2008.

En outre, il prédit environ près de 21.4 millions de nouveaux cas de cancer et plus de 13.2 millions de décès sont susceptibles de se produire d'ici 2030 (Zhao *et al* ; 2013).

De nombreuses études ont suggéré que les polysaccharides peuvent inhiber la croissance tumorale par des mécanismes communs comme la prévention de l'oncogenèse par la consommation orale de préparations actives; une activité anticancéreuse directe, telle que l'induction de l'apoptose des cellules tumorales; l'activité immunopotentielle associée à une chimiothérapie et l'inhibition de la métastase tumorale (Zong *et al* ; 2012).

a-D'origine fongique :

Polysaccharides *D'Agaricus blazei* :

Agaricus blazei est un champignon originaire d'Amérique du sud utilisé depuis de décennies au Brésil il est aujourd'hui l'un des champignons médicinaux pour lequel les scientifiques portent le plus d'intérêt et se sont notamment ces propriétés anticancéreuses qui font l'objet de plus grand nombre de recherches ces dernières années.

De nombreux rapports ont mis en évidence des propriétés anticancéreuses des polysaccharides issus *d'Agaricus blazei*. polysaccharides fortement présente au sein des extraits précédemment cités.

Ces composés semblent principalement être des α -glucane et β -glucane polysaccharides entièrement constitués d'unités D-glucose liées par des liaisons respectivement α ou β . ces molécules constituent en grande partie la paroi cellulaire des champignons. et sont donc également retrouvés au sein de nombreuses autres espèces de champignons. (Chiffolleau ; 2014).

Tableau 01 : liste des effets anticancéreux de polysaccharides issus du champignon *Agaricus blazei* (Chiffolleau ; 2014).

Polysaccharides	Action anti-tumorale
<p>Polysaccharide issu d'un mycélium d'une culture liquide.</p> <p>Glucomanane avec des résidus</p> <p>B-1,2-D-mannopyranosyle et β-D-glucopyranosyle-3-0- β-D</p> <p>-glucopyranosyle.</p>	<p>Activité antitumorales sur des cellules de sarcome 180, in vitro</p>
<p>Segment hautement ramifié de (1,3)- β-glucane</p>	<p>Activité antitumorales sur une forme solide de sarcome 180 chez des souris, in vitro</p>
<p>Extrait soluble dans l'oxalate d'ammonium et l'éthanol .la fraction de cet extrait traité a l'acide (ATF) est principalement composé de (1,6)- β-polyglucose</p>	<p>L'ingestion intra-tumorale des extraits solubles dans l'oxalate d'ammonium et l'éthanol chez des souris porteuses de tumeur METH-A provoque une réduction tumorale à des doses compris entre 0.1 et 2.5 mg.</p> <p>L'administration orale du même extrait n'a donné aucun résultat.</p> <p>Par contre l'administration orale d'ATF</p> <p>Provoque une régression tumorale</p> <p>L'utilisation de cette formulation pourrait donc être utile pour l'administration par voie orale de produit naturelle en chimiothérapie.</p>
<p>Complexe α-(1,4)-glucane – β-(1,6)-glucane-protéine</p>	<p>Activité antitumorales in vitro sur des cellules HL-60 (leucémie-humaine), (Cancer du sein).SF-295(cancer du cerveau), and HCT-8-(cancer du colon humaine), avec $CI_{50} < 25 \mu\text{g/ml}$ pour chaque lignée.</p> <p>Forte activité antitumorales sur un sarcome 180 lorsqu'il administré in vitro par voie orale ou par voie intra-péritonéale, chez des souris avec une régression tumorale respectivement 38.8-67.3% et 42.1-58.7%</p>

9-Polysaccharides à activité prébiotique :

Effet prébiotique, c'est un terme désigne des additifs ou des compléments alimentaires non digestibles qui affectent de façon bénéfique l'hôte en stimulant sélectivement la croissance ou l'activité de certaines bactéries intestinales (**Boual et al ; 2011**).

a-D'origine végétale :

Polysaccharides d'*Asphodelus tenuifolius* Cavan :

Asphodelus tenuifolius Cavan, une plante spontanée à caractère médicinal de la région de Ghardaïa leurs polysaccharides sont obtenus par extraction à l'eau distillée, à la température ambiante pendant 24 heures, après élimination des extraits éthanoliques. Leur précipitation est faite par l'éthanol à 75%.

L'analyse par HPAEC-PAD de la composition en oses constitutifs des polysaccharides hydrosolubles, issus des feuilles d'*A. tenuifolius*, montre une prédominance de mannose et de glucose. Le rhamnose et la xylose sont présents en faible proportion.

L'activité est testée sur *Klebsiella pneumoniae* (Enterobactériaceae), bactérie commensale vivant dans le tube digestif de l'homme et des animaux.

L'activité prébiotique est définie après 24 heures de contact à 37°C, une croissance bactérienne, mesurée par absorbance à la longueur d'onde de 620 nm, les hydrolysats partiels des polysaccharides hydrosolubles de feuilles d'*A.tenuifolius*, dans une moindre mesure, engendrent une amélioration de la croissance de *Klebsiella pneumoniae*.

L'action prébiotique des oligosaccharides issus des hydrolysats partiels des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*A.tenuifolius* sur *Klebsiella pneumoniae* est appréciable (**Boual et al ; 2011**).

Polysaccharides de *Malva parviflora*:

Malva parviflora plante spontanée à caractère médicinal pousse dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est algérien). Les feuilles séchées sont traitées à l'éthanol à 75%. Après filtration, le résidu séché à température ordinaire est macéré à l'eau distillée. Des polysaccharides hydrosolubles des feuilles sont obtenus par macération à l'eau distillée. L'addition à cet extrait d'éthanol à 75% précipite les polysaccharides.

La chromatographie haute performance sur échangeurs d'anions des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Malva parviflora* indique la présence de galactose (56,86%),

d'acide glucuronique (20,57%), d'arabinose (9,04%), de rhamnose (8,46%) et de mannose (5,05%).

L'activité est testée sur *Bifidobacterium longum*, isolé à partir de muqueuses intestinales humaines (adulte). *Bifidobacterium longum* est cultivé sur milieu Trypticase-Soja Bouillon (TSB) sans glucose.

L'activité prébiotique est définie comme les concentrations stimulant, après 24 heures de contact à 37 °C, une croissance bactérienne, mesurée par absorbance à la longueur d'onde de 620 nm.

Les oligosaccharides provenant de l'hydrolyse partielle des polysaccharides hydrosolubles (concentration de 0,333 mg/mL) stimulent de manière significative après 24 heures la croissance de *Bifidobacterium longum*. Ainsi, l'effet prébiotique de ces oligosaccharides sur cette souche est notable (**Boual et al ; 2013**).

Polysaccharides de *Plantago notata* Lagasca :

Plantago notata Lagasca, une plante spontanée à caractère médicinal récoltée dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est algérienne), leurs polysaccharides est obtenus par extraction à l'eau distillée, à la température ambiante pendant 24 heures, après élimination de l'extrait d'éthanol.

L'analyse par chromatographie échangeuse d'anions de haute performance à détecteur ampérométrique pulsé (HPAEC-PAD), des oses constitutifs des polysaccharides hydrosolubles donne 43,95% de galactose, 20,28% de rhamnose, 11,30% de glucose, 9,55% d'arabinose et 12,57% d'acide galactoronique. L'activité biologique est testée sur la souche bactérienne ; *lactobacilles casei*.

L'hydrolysats des polysaccharides engendre une amélioration de la croissance de *L. casei* donc L'action prébiotique des oligosaccharides issus des hydrolysats partiels des polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *P. notata* sur *L. casei* est appréciable (**Boual et al ; 2015**).

10-L'activité hépatoprotéctrice des polysaccharides :

a-D'origine végétal :

Polysaccharides de *Zizyphus jujube cv*:

Polysaccharides *Jujube* ont été prouvés de diverses activités biologiques. Cette étude a été conçue pour évaluer la composition chimique et la fonction hépatoprotectrice des polysaccharides extraits de *Zizyphus jujube cv. Huanghetanzao* (HJP).

La composition de la HJP a été déterminée comme Hétéropolysaccharides avec le galactose et l'arabinose sont les principaux composants.

Le prétraitement des souris avec HJP a réduit les activités d'AST sérique hépatique, ALT et LDH induite par CCl₄ ou de l'acétaminophène (APAP).

En outre, les effets de prévention et de traitement du foie de HJP sur les dommages du foie induits par CCl₄ ou APAP obtenus à partir des analyses des enzymes hépatiques ont été confirmés par les études histopathologiques hépatiques chez la souris.

Par conséquent, HJP pourrait être utilisé comme un agent de prévention et de traitement pour les lésions hépatiques induites par des produits chimiques toxiques et des médicaments (Liu et al ; 2015).

Polysaccharides d'*Angelica sinensis* :

Les polysaccharides d'*Angelica sinensis* (ASP) ont un effet hépatoprotecteur établi, mais le mécanisme de cet effet reste incertain. Une nouvelle approche en utilisant des paramètres biochimiques associés à la métabolomique basées sur la chromatographie-spectrométrie de masse de gaz (GC-MS) et chimiométrie a été créée dans cette étude pour expliquer le mécanisme de l'effet hépatoprotecteur de l'ASP.

L'activité superoxyde dismutase, contenu malonaldéhyde, alanine aminotransférase, aspartate aminotransférase, et γ -glutamyl transpeptidase dans le plasma ont été mesurés. Les changements pathologiques dans le foie ont été observés. Le plasma et le foie homogénat obtenu à partir de souris ont été analysés par GC-MS.

Les changements dans les habitudes Distinct métabolites dans le plasma et le foie homogénat après avoir été induite par le tétrachlorure de carbone et de l'intervention de la drogue ont été observées en utilisant une analyse en composantes principales (ACP) et les places-discriminatoires partielle analyse moins (PLS-DA). Bio marqueurs potentiels ont été trouvés en utilisant PLS-DA et T-test.

Les résultats des changements pathologiques observés dans le foie, les paramètres biochimiques dans le plasma, et les métabolomique du plasma et homogénat de foie ont tous montré que les lésions du foie ont été reproduites avec succès, *ASP* présentait effet hépatoprotecteur, et la dose moyenne *d'ASP* a présenté le meilleur. Neuf métabolites endogènes dans l'homogénat de foie et dix métabolites endogènes dans le plasma ont tous été considérés comme des bio marqueurs potentiels.

Ils ont été considérés comme en réponse à hépatoprotective effets *d'ASP* impliqués dans le métabolisme des acides aminés, le métabolisme énergétique et métabolisme des lipides. Par conséquent, la métabolomique est un outil précieux pour mesurer l'efficacité et les mécanismes d'action des médicaments traditionnels chinois. (Ji et al ; 2014).

Polysaccharides du thé vert de *Huangshan Maofeng* :

Cette étude visait à examiner les effets hépatoprotecteurs des polysaccharides du thé vert de *Huangshan Maofeng (PPRM)* contre les dommages oxydatifs induits par CCl₄ chez la souris.

PPRM est un hétéropolysaccharide acide avec le galactose (35,0% mol. %), Arabinose (28,9%) et de l'acide galacturonique (11,3%) étant les principaux composants monosaccharidiques. *PPRM* (400 et 800 mg / kg · pc) administré par voie orale par jour pendant 14 jours avant l'administration de CCl₄ réduit de manière significative l'impact de la toxicité CCl₄ sur les marqueurs sériques de lésions du foie, l'alanine aminotransférase, aspartate aminotransférase, cholestérol total et de triglycérides.

Cette méthode d'administration *PPRM* également nettement contint hépatique formation de peroxydation lipidique des malondialdéhyde et les isoprostanes 15 F₂T, et les niveaux d'antioxydants élevés de glutathion hépatique et la superoxyde dismutase. Ces résultats ainsi que l'histopathologie du foie ont indiqué que *PPRM* exposé hépatoprotection contre les blessures induites par CCl₄, qui a été jugée comparable à celle de biphenyldicarboxylate.

Les effets de hépatoprotecteurs *PPRM* peut être due à la fois l'inhibition de la peroxydation des lipides et l'augmentation de l'activité antioxydante. (Lu et al ; 2013).

ملخص

توجد في الطبيعة العديد من أنواع متعددات السكريات الامر الذي اثار الاهتمام بخصائصها و تطبيقاتها المحتملة قد تكون متعددات السكريات من أصل نباتي،في حالة كل من النشاء والسليولوز.البكتين و الصمغ كما أنها يمكن أن تكون مستمدة من

الطحالب

تهدف هذه الدراسة الى اجراء دراسة نظرية على الأنشطة البيولوجية للسكريات المتعددة المستخرجة من النباتات الطبية التي تستخدم كعوامل علاجية لعدة سنوات نظرا لانشطتها البيولوجية العديدة.

بعد تغيراتها الكيميائية والبيوكيميائية لا تستعمل متعددات السكريات كحافظ للطاقة من طرف الكائنات الحية لكن ايضا فهي تامن العديد من الاستعمالات البيولوجية فهي تعتبر من اتمن و اعلى المنتجات

كما تعرف ايضا باستعمالاتها العديدة في التجارب الصيدلانية

و من خلال هذا نتطرق للعديد من استعمالاتها و التي تتمثل في الاستعمالات المناعية الفيروسية الهضمية المضادة للاكسدة المضادة للتخثر المضادة للسرطان الكبدية كما هي مكملة و ضد الالتهاب

كلمات المفتاحية متعددات السكريات. الاستعمالات البيولوجية. مكملة و ضد الالتهاب. الاستعمالات المناعية.

Résumé :

Il existe dans la nature de nombreuses variétés de polysaccharides répertoriées, auxquelles l'intérêt porté est proportionnel aux propriétés ou applications potentielles.

Les polysaccharides sont connus et exploités depuis de nombreuses années par l'industrie, à cause de leur abondance, leurs sources renouvelables, non-toxiques, biodégradables, et origine de plusieurs produits dérivés, après modifications chimiques et biochimiques.

Les polysaccharides peuvent être d'origine végétale, c'est le cas de l'amidon, de la cellulose, des pectines ou des gommes. Ils peuvent également être issus des algues comme les alginates, les Carraghénanes, l'agar ou les fucanes, ou encore être d'origine animale héparine, Chondroïtine, ou microbienne dextranes, xanthanes.....etc.

Les polysaccharides ne sont pas seulement utilisés comme réserves énergétiques par les être vivants, mais également pour assurer de nombreuses fonctions biologiques, Ils représentent une classe très intéressante de produits actifs, et sont identifiés comme composés multifonctionnels, avec plusieurs activités pharmacologiques Parmi ces derniers ya de nombreuse activités qui sont : l'activité immunomodulatrice, antivirale, gastroprotectrice, antioxydant, anticoagulante, anticancéreuse prébiotique et l'activité hépatoprotéctrice, et anti-complémentaire anti-inflammatoire.

Les polysaccharides peuvent être d'origine végétale, c'est le cas de l'amidon, de la cellulose, des pectines ou des gommes. Ils peuvent également être issus des algues comme les alginates, les Carraghénanes, l'agar ou les fucanes, ou encore être d'origine animale héparine, Chondroïtine, ou microbienne dextranes, xanthanes.....etc.

Mots clés : Polysaccharides, activités biologiques, anti-inflammatoire, anti-complément, immunomodulateur.

Abstract:

It exists in nature many varieties of listed polysaccharides which raised the interest is proportional to the potential properties or applications.

Polysaccharides are known and exploited for years by industry, because of their abundance, renewable, non-toxic, biodegradable, and caused several derivatives, after chemical and biochemical changes.

The polysaccharides may be of plant origin, it is the case of starch, cellulose, pectins, or gums. They can also be derived from algae such as alginates, Carrageenan, agar or fucans, or be of animal origin heparin, Chondroitin, or microbial dextran, xanthan.....etc

The polysaccharides are not only used as energy reserves by living beings, but also to ensure many biological functions, they represent a very attractive asset class products, and are identified as multifunctional compounds, with several pharmacological activities among these there are numerous activities: immunomodulatory, antiviral, gastroprotective, antioxidant, anticoagulant, anticancer prebiotic and hepatoprotective activity, complementary and anti- antiinflammatory.

Keywords: Polysaccharides, biological activities, anti- anti-inflammatory, anti-complementary, immunomodulatory.

Conclusion et Perspectives :

Des polysaccharides isolés à partir des plantes médicinales algues champignons et animaux qui sont utilisés comme des agents thérapeutiques depuis de nombreuses années, en vue de leurs multiples activités biologiques.

Les polysaccharides sont des macromolécules bioactifs largement répandus dans le monde, on les trouve partout et sous plusieurs formes, ils sont utilisés dans plusieurs domaines à cause de leurs caractéristiques et leurs propriétés spécifiques. Certains polysaccharides ont de diverses activités biologiques par l'effet de leurs capacités à stimuler, moduler ou inhiber les composantes du système.

Malgré les recherches avancées sur ses polysaccharides, les études restent encore très peu en comparant leurs grands nombres. Il sera intéressant donc d'identifier et de caractériser de nouvelles activités biologiques des polysaccharides surtout ceux d'origines des plantes, afin d'augmenter l'utilisation des remèdes naturels dans les domaines médicaux et alimentaires. Pour une meilleure évaluation des activités biologiques des polysaccharides, il est souhaitable d'étudier le pouvoir biologique. Cela va permettre une précision des polysaccharides ayant une forte activité biologique.

References bibliographiques:

- 1)-Austarheim I , Christensen B. E, Hengnaa I. K, Petersen B. O, Duusc J. O, Bye R, Michaelsena T. E, Dialloe D, Inngjerdingen M, Paulsen S. B; 2012. Chemical and biological characterization of pectin-like polysaccharides from the bark of the Malian medicinal tree *Cola cordifolia*. Carbohydrates Polymères, vol 89: 259– 268.
- 2)-Angone S.A. , Nguema-Ona E. , Driouich A ; 2010. La thérapie par les plantes en Afrique : activités immunostimulantes des polysaccharides de la paroi végétale Article original Pharmacognosie, vol 8 :223-230.
- 3)-Brumeton j ; 1999. Pharmacognosie (photochimie, plantes, médicinales) 3éd : tec et doc paris : 34-102.
- 4)-Batty P et Smith G; 2010 Anticoagulation. S'urger, vol 28 (6) : 243-247.
- 5)- Boual Z, Kemassi A, Michaud P, et Ould el Hadj M. D ; 2013. Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles *Malva Parviflora L.* activité pébiotique .Le banes Science Journal, vol 14 (2) : 41-49.
- 6)- 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 .Algérien journal of ARI environnement vol1(2): 52-60.
- 7)- Bruneton J ; 2009. Pharmacognése ; phytochimie plante médicinal 4 éd. Tec ET Doc paris: 57-60.
- 8)-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.
- 9)-Borel J. P, Randoux A; 1997. Biochimie dynamique 2 éd. De Boeck et larcier: 159.
- 10)-Bao X., Yuan H., Wang C., LIU J. and LAN M., 2013. Antitumor and immunomodulatory activities of a polysaccharide from *Artemisia argyi*. Carbohydrates Polymères, vol. 98: 1236-1243.
- 11)- Bousbia N ; 2011. Extraction des huiles essentielle riches en anti oxydants a partir de produits naturels et de Co- produit Agroalimentaire, Thèse de doctorat Ecole nationale supérieure Agronomique, chimie79.
- 12) - Brebion, J; 2013. Statistical analysis of the influence of extraction parameters on the extraction yields, extract and polysaccharide compositions and prebiotic activities of seaweed extracts from *Ascophyllum nodosum* .these de doctorate .pp:98-100.
- 13)- Bisen PS, Baghel RK, Sanodiya BS, Thakur GS et Prasad GBKS ; 2010 .Lentinusedo des un microchampignon avec l'activité pharmacologiques Curent Médicinal Chemistry.vol (17) :2419 – 2430.

14)- Boual Z , Chouana Z, Kemassi A, Hamid A, Oudjan M. Daddi B, Michaud P, Ould El Hadj M.D ; 2015.Étude physicochimique et biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Plantago notata* Lagasca (Plantaginaceae). *Phytothérapie* vol (13) :396-402.

15)- Baggio C.H, DanieleMaria-Ferreira, Luisa Mota da Silva, Daniel Augusto Gasparin BuenoMendes, Daniela de Almeida Cabrini, Adamara Machado Nascimento, Marcello Iacomini, Thales Ricardo Cipriani Adair Roberto Soares Santos, MariaFernanda de Paula Werner, 2013 Rhamnogalacturonanfrom *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen: Gastroprotective and Ulcéra Healing Propretés in Rats. *Journal. One* vol (9):1-8.

16)- Collic S, Bretaudiere J,Patrick D, Fischer A.M ,Jacqueline J, Bernard K, Vidal C ; 1990. Polysaccharides sulfates, agent anticoagulant et agent anticomplémentaire obtenus a partir de fucanes d'algues brunes et leur procède d'obtention.

17)-Chen X.P., Li W., Xia X.F., Zhang L.L. et Liu, C.X., 2013. Photochemical et pharmacological studies on Radi *Angelica sinensis*. *Chinense journal of Natural médecine* vol (6) 0577–0587.

18)-Chu K.K. ET Ho S.S., 2002. *Coriolus versicolor* a medicinal mushroom with promising immunotherapeutic values. *The journal of clinical pharmacology* vol (42):976.

19)-Cui J, ET Chist Y., 2003. Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor*: physiological activity, uses, and production. *Biotechnology advances* vol (21):109– 122.

20)- Chiu LC , Zhu W , Ooi VE ; 2004. Une fraction de polysaccharide de plante médicinale *Prunellavulgaris* régule négativement l'expression de l'antigène du virus de l'herpès simplex dans des cellules Vero vol (93) :63-80.

21)- Chiffolleau P ; 2014. Les champignons de la famille des Agaricacées : sources d'innovation thérapeutique, these de doctorat en pharmacie université de nant faculté de pharmacie (91) :34-39

22)- Délattre C ; 2005. stratégie d'obtention d'oligosaccharides anioniques par dégradation enzymatique de gluconate pdf. 4-11.

23)- Essaidi I, Brahmi Z, Snoussi A, Ben Haj Koubaier H, Casabianca H, Abe N, EL Omri A, Chaabouni M.M. et Bouzouita N ;2012. Photochemical investigation of Tunisian *Salicornia herbacea* L. antioxidant, antimicrobial and cytochrome P450 (CYPs) inhibitory activities of its methanol extract. *Food control* vol (32): 125-133.

24)-FRANCIS SUH J. K. and MATTHEW H. W. T; 2000.Application of chitosan-based polysaccharide biomaterials in cartilage tissue engineering: a review. *Biomaterials*, vol (21): 2589-2598.

25)-Guangpu Liu ^a,Xinquan Liu ^a,Yongchun Zhang ^a,Fang Zhang ^a,Ting Wei ^a,Yang Min ^a,Kaiming Wang ^a,Yongjie Wang ^a,Na Liu ^a,Huiling Cheng ^b”, Zhongxi Zhao ; 2015.

Effets hépatoprotecteurs de polysaccharides extraits de *Zizyphus jujube* cv. *Huanghetanzao*
international journal of biological macromolecules vol (76):169-175.

26)- Garon –Lardiere S ; 2004. Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue Rouge *Asparagopsis armata* (bonnemaisonnals) thèse de docteur en biochimie, université de Bretagne occidentale:46-47.

27)-Im S.A, Kim K, Lee C.K ; 2006. Immunomodulatory activity of polysaccharides isolated from *Salicornia herbacea*. International immunopharmacology vol (6):1451-1458.

28)-Im S.A, Lee Y.R, Lee Y. H, Oh S. T, Gerelchuluun T., Kim B. H., Kim Y., Yun Y. P., Song S. et Lee C.K; 2007. Synergistic activation of monocytes by polysaccharides isolated from *Salicornia herbacea* and interferon- γ . Journal of ethnopharmacology, vol.111: 365-370.

29)-Jérôme j, perry, James t, staley.stephen , lory ; 2004. Microbiologie. Ed : Dunod, paris : 247-248.

30)-Ji Peng , Yanming Wei , Hongguo Sun, Xue Wenxin, Yong_li Hua, Pengling Li, Zhang w, Zhang L, Zhao H, Li ; 2013. Metabolomics research on the hepatoprotective effect of *Angelica sinensis* polysaccharides through gas chromatography–mass spectrometry

31)- Karp G ; 2010. biologie cellulaire et moléculaire. 3^{éd} de Boeck université paris : 46-47.

32)-Karaki N, Sebaaly C, Chahine N, Faour T, Zinchenko A, Rachid S, Kanaan H; 2013. The antioxidant and anticoagulant activities of polysaccharides isolated from the brown algae *Dictyopteris polypodioides* growing on the Lebanese coast. Journal of Applied Pharmaceutical Science vol (3):043 – 051.

33)-Kjellen L. et Lindahl Y, 1991. Proteoglycans: structures and interactions. Ann. Rev. Biochem vol (60):443-475.

34)-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.

35)- Lucimètre, Vanessa de Fátima Reinhardt ,Cristiane H. Baggio ,Maria Fernanda de Paula Werner ,Ligia Moura Burci ,Guilherme L. Sasaki ,Marcello Iacomini ; 2011. Arabinane et arabinane riches polysaccharides pectiques de quinoa *Chenopodium quinoa* Semences: Structure et activité gastroprotective vol (130) :937–944.

36)-Lee K.Y, Lee M.H, Chang I.Y, Yoon S.P, Lima D.Y, Jean Y.J; 2006. Macrophage activation by polysaccharide fraction isolated from *Salicornia herbacea*. Journal of ethno pharmacology vol (103) :372-378.

37)-Lin F, Lai Y, Yu H, Chen N, Chang C, Lo H, Hsu T; 2008. Effects of *Lycium barbarum* extract on production and immunomodulatory activity of the extracellular polysaccharopeptides from submerged fermentation culture of *Coriolus versicolor*. Food Chemistry vol (110):446–453.

- 38)- Lei T , Li H , Zhen F , Lin J , Wang S , Xiao L , Yang F , Xin Liu , Zhang J , Huang Z , Weijing L ; 2014.** Polysaccharides d'Angelica sinensis atténué les blessures des cellules neuronales causées par le stress oxydatif .vol (9) :260-267.
- 39) -Mc Neely W.H, Pettit D. J; 1973.** Align in Industrial Gums, R. L. Whistler(Ed.). New York, Académique Pressa: 49-81.
- 40)- Moussard C ; 2006.** Biochimie structurale et métabolique 3 éd de Boeck : université paris : 57-60.
- 41)-Moe S.T, Draget K.I, Skjåk-Braek G, Smidsrod; 1995.** Alginates in Food Polysaccharides and Their Applications, A. M. Stephen(Ed-). New York, Marcel Dekker: 245-286.
- 42)- Marouf A ; Gérard T.R ; 2009.** Abrégé de biochimie Appliqué .Edition EDP science : 20-21.
- 43)-Mingliang J, Zhao K, Huang Q, Xu C, et Sang P; 2012.** Isolation, structure and bioactivities of the polysaccharides from Angelica sinensis Oliv Diels: review. Carbohydrate Polymers vol (89):713-722.
- 44)-Mizuno M, Shiomi Y, Minato k, Kawakami S, Ashida H, et Tsuchida H; 2000.** Fucogalactan isolated from *Sarcodon aspratus* elicits release of tumor necrosis factor- α and nitric oxide from murine macrophages. Immunopharmacology, vol (46) 113-121.
- 45)-Mulloy B, Mourao P.A.S, et Gray E; 2000.** Structure/function studies of anticoagulant sulphated polysaccharides using NMR. Journal of Biotechnology, vol(77) :123-135.
- 46)-Martine A, Marie-Claude Guillin ; 2006.** Les traitements anti-thrombotiques : 109-110.
- 47)-Nacher-Vazquez M, Ballesteros N, Canales A, Rodriguez Saint-Jean S, Perez-Prieto S. I, Prieto A, Aznar R, et Lopez P; 2015.** Dextrans produced by lactic acid bacteria exhibit antiviral and immunomodulatory activity against salmonid viruses. Carbohydrates Polymères vol (124): 292-301.
- 48)- Petera B ; 2010.** Option : Nutrition et sciences des aliments valorisation de plantes succulantes au service du developement rurale: cas du genre cereustriangularis thèse doctorale:4.
- 49) - Patterson C.A, Ph D, PA G; 2008.** Polysaccharides (d'origine végétale) Pour la santé de l'intestin. Agriculture et Agroalimentaire, Canada.
- 50)-Peng Ji ,Wei Y ,Sun H ,Xue W, Yongli ,Li P ,Zhang W ,Zhang L , Zhao H ,Li J; 2014.** La recherche de métabiologique sur l'effet hépatoprotecteur de angelica sinensis polysaccharides par chromatographie gazeuse-spéctrométrie de masse Journal of Chromatographie B vol(973) :45-54.
- 51)- Premanathan M, Arakaki R., Izumi H, Kathiresan K, Nakano M, Yamamoto, Nakashima H ; 1999** Antiviral properties of a mangrove plant, *Rhizophora apiculata* Blume, against human immunodeficiency virus. Antiviral Research, vol (44):113-122.

52)-Pomin V.H; 2015. Sulfated glycans in inflammation. European Journal of Medicinal Chemistry, vol (92): 353-369.

53)- PRAJAPATI V. D., MAHERIYA P. M., JANI G. K. and SOLANKI H. K; 2014. Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. Carbohydrate Polymers, vol. 105: 97-112.

54)-PAL A., DAS D., KUMAR SARKAR A., GHORAI S., DAS R. and PAL S; 2015. Synthesis of glycogen and poly (acrylic acid)-based graft copolymers via ATRP and its application for selective removal of Pb²⁺ ions from aqueous solution. European Polymer Journal, vol. 66: 33-46.

55)-Rioux L ; 2010. Caractérisation structurale et évaluation de l'activité biologique de polysaccharides extraits de *saccharina longicuris* Thèse de doctorat présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval : 4-41.

56)- Raphael , Badoud , Werner, Bauver J; Loliger A, Etournau D ; 2010. Science et technologie des aliments ; principe de chimie de constituants et de technologie de procédés 1^{ere} Edition. Cbresses polytechnique et universitaire Romandes : 237-247.

57)-Shi M, Yang Y, Hu X, et Zhang Z; 2014 .Effect of ultrasonic extraction conditions on antioxidative and immunomodulatory activities of a *Ganoderma lucidum* polysaccharide originated from fermented soybean curd residue: Food chemistry vol(155):50-56.

58)- Simon Beaumont ; 2005. Biochimie. Ed Dun D, paris louis : 46-47.

59)- Sanchez M P ; 2006. Polysaccharides ayant une activité immunomodulatrice chez les champignons indigènes du Québec. Thèse de doctorat de l'Université Laval de Québec : 11-12.

60)-Souza R.O. Madeira S, J.C, Chagas F.D.S, Parreiras, L.A, Santos G.R.C, Assreuy, A.M.S, Mour A.O, et Pereira, M.G ; 2015. Purified polysaccharides of *Geoffroe aspinosa* barks have anticoagulant and antithrombotic activities devoid of hemorrhagic risks. Carbohydrate Polymers vol (124):208-21.

61)-Tzianabos A.O; 2000. Polysaccharide Immunomodulateurs as Therapeutic Agents: Structural Aspects and Biologic Function. ClinicalMicrobiologyReviews, vol(13):523-533.

62)-Théo Efstathiou, Christian Nio; 2008. Article Analyse des polysaccharides : 3326.

63)- Timbo B ; 2003. Etude photochimique et des activités biologiques de *Trichiliaemetica VAHL* thèse de doctoratFaculté de Médecine, de Pharmacie:15.

64)- Voet D ; Judith G. Voet ; 2005. Biochimie. 2^{edi} de bock université paris : 368-369.

65)-Wang Z.M, Peng X, Lee K.L.D, Tang J.C.O, Cheung P.C.K, Wub J.Y; 2011. Structural characterization and immunomodulatory property of an acidic polysaccharide from mycelial culture of *Cordyceps sinensis* fungus Cs-HK1: Food Chemistry, vol (125):637-643.

66)-Wang J, Wang Y, Liu X, Yuan Y, et Yue T; 2013. Free radical scavenging and immunomodulatory activities of *Ganoderma lucidum* polysaccharides derivatives. Carbohydrate Polymers vol (91): 33-38.

67)-Wang D, Sun S. Q, Wu W.Z, Yang S.L, et Tan J.M; 2014. Characterization of a water-soluble polysaccharide from *Boletus edulis* and its antitumor and immunomodulatory activities on renal cancer in mice. Carbohydrate Polymers vol (105):127-134.

68) - Xu H, Zhang Y, Zhang J, Chen D; 2007. Isolation and characterization of an anti-complementary polysaccharide D3-S1 from the roots of *Bupleurum smithii*. International Immunopharmacology vol (7):175–182.

69)-Xie G, Schepetkin I, Quin M; 2007. Immunomodulatory activity of acidic polysaccharides isolated from *Tanacetum vulgare L.* International Immunopharmacology,vol (7):1639–1650.

70)-Xia L, Liu X, Guo H, Zhang H, Zhu J, et Ren F; 2012. Partial characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from the stem of *Dendrobium officinale* (Tiepushihu) in vitro. Journal of functional foods, vol(4): 294-301.

71)- Xu R, Ye H, Sun Y, TU Y, Zeng X; 2012. Preparation, preliminary characterization, antioxidant, hepatoprotective and antitumor activities of polysaccharides from the flower of tea plant (*Camellia sinensis*).Food and Chemical Toxicology, vol (50): 2473- 2480.

72)-Xia L, Liu X, Guo H, Zhang H, Zhu J, et Ren F; 2012. Partial characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from the stem of *Dendrobium officinale* (Tiepushihu) in vitro. Journal of functional foods, vol (4): 294-301.

73)-Yang X, Zhao Y, Wang H, et Mei Q ; 2007. Macrophage Activation by an Acidic Polysaccharide Isolated from *Angelica Sinensis* (Oliv.) Diels. Journal of biochemistry and molecular biology, vol (40): 636-643.

74) - Yong J ,Shin J ,Young S, Yeon-Sook Yun , Hyun-Ok Yang, Dong-Kwon Rhee & SuhkneungPyo; 2002. Immunostimulating effects of acidic polysaccharides extract of panax ginseng on macrophage function: 469-482.

75)- Yamamoto KA, Faccin-Galhardi LC , Ray S , Ray B , Carvalho Linhares RE , Nozawa C ; 2012.La propriété antivirale in vitro de Azadirachtaindica polysaccharides pour le poliovirus. Vol(142) : 86-90.

76)- Yves R ; 2008. biopolymères dynamiques :oligo et polysaccharides thèse de doctort. Université louis pasteur de stars bourg.

77)- Yang X, Zhao Y, Wang H, et Mei Q; 2007. Macrophage Activation by an Acidic Polysaccharide Isolated from *Angelica Sinensis* (Oliv.) Diels. Journal of biochemistry and molecular biology, vol(40): 636-643.

78)-Yang L, Zhang L.M ; 2009. Chemical structural and chain conformational characterization of some bioactive polysaccharides isolated from natural sources. Carbohydrate Polymers, vol. (76): 349–361.

79)- Zheng R, Jie S, Hanchuan D, Moucheng W; 2005. Characterization and immunomodulating activities of polysaccharide from *Lentinus edodes*: International Immunopharmacology, vol(5):811-820.

80)-Zhang W, Xu P, et Zhang H ; 2015. Pectin in cancer therapy: A review. Trends in Food Science & Technology. Article in press: 1-14.

81)-Zhao T, Mao G, Mao R, Zou Y, Zheng D, Feng W, Ren Y, Wangd W, Zheng W, Song J, Chen Y, Yang L, et Wu X, 2013.Antitumor and immunomodulatory activity of a water-soluble low molecular weight polysaccharide from *Schisandrachinensis*(Turcz.) Baill. Food and Chemical Toxicology, vol (55): 609-616.

82)-Zong A, Cao H, et Wang F ; 2012. Anticancer polysaccharides from natural resources: A review of recent research. Carbohydrate Polymères, vol (90): 1395-1410.

Djabali imene

Ababsa hadjer

Kaibi fawzia

Thème

Les activités biologiques des polysaccharides

Résumé :

Il existe dans la nature de nombreuses variétés de polysaccharides répertoriées, Auxquelles l'intérêt porté est proportionnel aux propriétés ou applications potentielles.

Les polysaccharides sont connus et exploités depuis de nombreuses années par l'industrie, à cause de leur abondance, leurs sources renouvelables, non-toxiques, biodégradables, et origine de plusieurs produits dérivés, après modifications chimiques et biochimiques.

Les polysaccharides peuvent être d'origine végétale, c'est le cas de l'amidon, de la cellulose, des pectines ou des gommes. Ils peuvent également être issus des algues comme les alginates, les

Carraghénanes, l'agar ou les fucanes, ou encore être d'origine animale héparine, Chondroïtine, ou microbienne dextranes, xanthanes.....etc.

Les polysaccharides ne sont pas seulement utilisés comme réserves énergétiques par les être vivants, mais également pour assurer de nombreuses fonctions biologiques, Ils représentent une classe très intéressante de produits actifs, et sont identifiés comme composés multifonctionnels, avec plusieurs activités pharmacologiques Parmi ces derniers ya de nombreuse activités qui sont : l'activité immunomodulatrice, antivirale, gastroprotectrice, antioxydant, anticoagulante, anticancéreuse prébiotique et l'activité hépatoprotéctrice, et anti-complémentaire anti-inflammatoire.

Les polysaccharides peuvent être d'origine végétale, c'est le cas de l'amidon, de la cellulose, des pectines ou des gommes. Ils peuvent également être issus des algues comme les alginates, les

Carraghénanes, l'agar ou les fucanes, ou encore être d'origine animale héparine, Chondroïtine, ou microbienne dextranes, xanthanes.....etc.

Mots clés :

Polysaccharides, activités biologiques, anti-complémentaire, anti-inflammatoire, Immunomodulateur.

Président du jury :

Zama Dj

Pr

Université Constantine

Reportrice :

Dehili N

MAA

Université Constantine

Examineurs :

Zouaghi Y

MCA

Université Constantine

Bouldjaj R

MAA

Université Constantine