



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 علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Animale.

قسم: بيولوجيا الحيوان

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : *Toxicologie*

Intitulé :

Les activités biologiques des polysaccharides

Présenté et soutenu par : Djafar samia

Le : 27 /06/2018

Mezerreg ilhem

Jury d'évaluation :

Président du jury : Lalaoui K (Prof. UFM Constantine).

Rapporteur : Dehli N (MAT. UFM Constantine).

Examineurs : Zouaghi y (MC. UFM Constantine).

Boubekri N (MC.UFM Constantine).

*Année universitaire
2017- 2018*



REMERCIEMENTS

*En préambule de ce mémoire, nous souhaitons adresser nos
Remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apportées
Leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de cette année
Universitaire.*

*Nos sincères remerciements vont également à madame **Dehili Nedjouda**
Maitre assistante classe a au département des sciences de la nature et
De la vie, qui, en tant que directrice de mémoire, s'est toujours
Montrée par sa disponibilité et son écoute tout au long de cet étude
Ainsi que, par son aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer
Et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Nos remerciements les plus respectueux s'adressent également à monsieur
Laloui K, professeur au département des sciences de la nature
Et de la vie. et un grand merci pour Mr **Zouaghi Y** et Mme **Boubekri N**
D'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincère 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.*

Dédicaces

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,
J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma
vie ma mère **Djamila** qui m'a apporté son appui durant toutes mes
années*

*D'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donnée confiance,
Courage et sécurité.*

*A mon cher père **Cherif** qui m'a appris le sens de la persévérance tout au
Long de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses
Encouragements.*

*Je ne pourrai jamais oublier d'exprimer ma profonde gratitude à :
Mes adorables frères et sœurs
A mes très chères Neveux*

*A mon fiancé **Fouaz** qui m'a beaucoup encouragée tout le long de
Ce travail. Merci de m'avoir montré beaucoup de patience durant
Les moments les plus stressants.*

*Mes chères amies
A toute ma famille, proche ou éloignée.*

*A mon binôme **ilhem** et Sans oublier mes braves amies de la promotion
de Toxicologie et santé.*

Samia

Dédicaces

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,
J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma
vie ma mère **berbouche hafida** qui m'a apporté son appui durant toutes
mes années*

*D'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donnée confiance,
Courage et sécurité.*

*A mon cher père **abd al kamel** qui m'a appris le sens de la persévérance
tout au*

*Long de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses
Encouragements.*

*Je ne pourrai jamais oublier d'exprimer ma profonde gratitude à :
Mes adorables frères (**walid, wadjdi, ibrahim , moussa**) et mes cousines*

*A mes très chère Niece **jana***

*A mes **tantes** et mes **oncles**, ma grand-mère, ma grand père qui m'a
beaucoup encouragée tout le long de*

*Ce travail. Merci de m'avoir montré beaucoup de patience durant
Les moments les plus stressants.*

*Mes **chères amies***

A toute ma famille, proche ou éloignée.

*A mon binôme **samia** et Sans oublier mes braves amies de la promotion
de Toxicologie et santé.*

Ilhem

Abréviations:

AG : Arabinogalactanes

ALG : Alginate

ALT : Alanine Aminotransférase

ANBD : Acid Nucléique Base Drugue

AST : Aspartateaminotransférase

CI₅₀ : Concentration Inhibitrice demi-maximale

CMI : Concentration Inhibitrice Minimale

CR3 : Complément Récepteur 3

CS : Chondrotine Sulfate

DES : Dextran

DEV: Canard Enteritis Virus

DOP: *Dendrobium officinale* polysaccharides

DPPH: Diphényl-1-Picrylhydrazyl

DS : Dermatane Sulfate

EPS : Exopolysaccharide

GAG : Glycosaminoglycaenes

GALA : Galactane

GSH : Glutation

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

HA : Acide Hyaluronique

HEP : Héparine

HSV : Herpès Simplex Virus

HS : Herpesviridae

IL : Interleukin

KS : Kératine Sulfate

LBP : *Barbarumlycium* Polysaccharides

LDH : Lactico Déhydrogénase

Nk : Natural killers

PMG : Polysaccharides du Marc de Ginseng

PRS : Polysaccharides de la Racine de *Senecio scandens* Buch, -Ham

ROS : Réactive Oxygène Species

PT : Prothrombine

SCVPS : *Chuanminshen violaceum* Polysaccharide Sulfaté

SP: Sulphated Polysaccharides

TT : Temps de Thrombine

ZSP : *Zizyphus jujube* Polysaccharides

Liste des figures :

Figure	Page
Figure 1 : Structure du l'acide muramique	06
Figure 2 : Structure du dextrane, un homopolymère	07
Figure 3 : Structure de Structure répétitive de la gomme de xanthane	07
Figure 4 : Structure du structure de la chitine	08
Figure 5 : Structure Chimique Glycogène	09
Figure 6 : Structure Moléculaire Des Polysaccharides Animaux	11
Figure 7 : Structure Du L'héparine	12
Figure 8 : Structure Du L'amidon	13
Figure 9 : Structure Chimique Du Cellulose	13
Figure 10 :Structure De Gomme De Caroube	14
Figure 11 :Structure D'inuline	15
Figure 12 :Structure De Carraghénanes	16
Figure 13 : Répétition des unités disaccharidiques de différents types de carraghénane et leur transformation par traitement à l'alcali	17
Figure 14 :Structure des principales unités disaccharidiques répétitives d'ulvane: A: $[\rightarrow 4 -\beta\text{-D-Glcp- (1} \rightarrow 4) -\alpha\text{-LRhap3S- (1} \rightarrow .)]$ n; B: $[(\rightarrow 4) -\alpha\text{-L-IdoP - (1} \rightarrow 4) -\alpha\text{-L-Rhap3S- (1} \rightarrow)]$ n	18
Figure 15 : Enchaînement : $(1\rightarrow 3)\text{-}\beta\text{-D gal-(1}\rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-L-gal-(agar- agar}$	19

Liste des tableaux :

Tableau	Page
Tableau 01 : Rôle biologiques de quelques homopolyosides	4
Tableau02 : Rôle biologique de quelque hétéropolyosides	5

Sommaire

Titre	Page
Remercîment	
Dédicaces	
Abréviation	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre 1 : polysaccharides	
1. Définition	3
2. Classification des polysaccharides	3
2.1. Selon la structure	3
2.1.1. Homopolysaccharides	3
2.1.2. Hétéropolysaccharides	4
2.2. Classification Selon l'origine	5
2.2.1. Polysaccharides bactérienne et fongiques	5
-Muréine Erreur ! Signet non défini.	6
- Dextranes	6
-Xanthan	7
-Chitine	8
2.2.2. polysaccharides des animaux	8
-Glycogène Erreur ! Signet non défini.	8
-Acide hyaluronique	9
-Kératine sulfate	10
- Dermatan sulfate	10
- Chondritine sulfate	10
-Héparine	11
2.2.3. Polysaccharides végétaux	12
-Amidon	12
-Cellulose	13

-Gommes de graines	14
- Inuline	14
-Galactane	14
2.2.4. Polysaccharides des algues	15
- Les carraghénanes	15
-Alginat	16
-Ulvane	17
-Les agars	18
2.3. Classification Selon leur fonction biologique	19
2.3.1 Les polysaccharides de réserve	19
2.3.2. Les polysaccharides de structure	19
3. Isolement et analyse structurales	19
3.1. Isolement	20
3.2. Analyse structurale	20
4. Les glycannes et la gélification	20
Chapitre 2 : les activités biologiques des polysaccharides	
1. Activité anti-inflammatoire	22
2. Activité immunomodulatrice	23
3. Activité anti cancéreuse et antitumorale	25
4. Activité hypatoprotectrice	27
5. Activité antidiapitique	28
6. Activité antioxydant	30
7. Activité antiviral	31
8. Activité anticoagulante	32
9. Activité pribiotique	33
10. Activité antimicrobienne	34
11. Activité laxative	35
Conclusion et perspectives	37
Résumé	
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

Les médicaments utilisés pour le traitement actuel de différentes maladies mais présentent le plus souvent des effets indésirables donc les chercheurs réfléchissent à remplacer ces derniers par des molécules naturelles thérapeutiques et moins des effets indésirables comme les polysaccharides

Les polysaccharides sont connus et exploités depuis de nombreuses années du fait de leur abondance, de leur caractère renouvelable, de leur non-toxicité, et de leur biodégradabilité (Chouana, 2017).

Les polysaccharides sont des macromolécules complexes que l'on retrouve dans tous les règnes (végétal, animal et bactérien). Sont composés d'enchaînements d'unités osidiques reliées par des liaisons glycosidiques (Sinquin et Colliec-Jouault, 2014 ; Bruneton, 2009).

Les propriétés physico-chimiques des polysaccharides dépendent à la fois de leur masse molaire, de leur composition chimique, et enfin de la structure : linéaire, ramifiée, avec la présence ou non de substituants, de leur position et des branchements. Grâce à leur diversité de structures quasi infinie, chaque polysaccharide caractérisé par son unité répétitive est unique et offre ainsi des propriétés fonctionnelles qui lui sont spécifiques : propriétés épaississantes, stabilisantes ou gélifiantes déjà largement exploitées dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique, mais également des propriétés biologiques particulières qui peuvent être exploitées pour des applications médicales précises (prévention de la thrombose par traitement à l'héparine, traitement local de l'arthrose par injection d'acide hyaluronique ou hyaluronane...) (Sinquin et Colliec-Jouault, 2014).

Les études sur les activités biologiques des polysaccharides ont suscit beaucoup l'attention des scientifiques dans les dernières décades. En effet les polysaccharides ont été signalés à présenter une multitude d'activités biologiques, une activité antioxydant (Quan *et al.*, 2011 ; Zhu Y *et al.* ;2018), une activité anti-inflammatoire (Wang *et al.*, 2017; Gloaguen et Krausz,2008 ; Jaio *et al.*, 2011), une activité anti cancéreuse (Hua *et al.*, 2017; Zhange *et al.*, 2017) , une activité anti tumorale (Duo *et al.*, 2017), une activité antiviral (Song X *et al.*, 2013 ; Ma FW *et al.*, 2016) etc....

Ce travail est basé sur une synthèse bibliographique regroupant les connaissances sur les polysaccharides de différentes origines (animaux, végétaux, algue et champignon...) et leur activité biologique.

Chapitre 1 :

Polysaccharides

1. Définition

Les polysaccharides, également nommés polyholosides sont des macromolécules constituées d'un nombre élevé d'unités monosaccharidique.ils jouent des rôles primordiaux dans la mise en réserve de l'énergie et dans le maintien de l'intégrité structurale des organes (Quentin *et al.*, 2011).

Lorsque toutes les unités saccharidique du polyoside sont identiques, celui-ci est dit homopolyoside, lorsqu'elles sont différentes, le polyoside est dit hétéropolyoside (Quentin *et al.*, 2011; Weil, 1997).

2. Classification des polysaccharides

Les polysaccharides peuvent être classes selon : leur origine c'est-à-dire animal, végétal ou bactérien, leur structure, leur nature soit de réserve ou de structure.

2.1. Selon la structure

La classification chimique permet de distinguer deux grands types de polysaccharides :

2.1.1. Homopolysaccharides

Les homopolysaccharides (Homoglycanes) résultant de la condensation d'un grand nombre de molécules d'un ose (Bruneton, 2009).

Elles peuvent être classées en fonction de la nature de leur unité monosaccharides. Par exemple, les glucans sont des polymères de glucose et galactanes sont des polymères de galactan (Voet *et al.*, 1998).

Tableau 1 : Rôle biologiques de quelques homopolysaccharides (Guilloton *et al.*, 2013).

Homopolysaccharides	Unité osidique et enchaînement	Nombre d'unités	Rôle biologique
Amidon	(1-4)- α -Glc avec des ramifications (1-6)- α -Glc toutes les trente unités environ	>10000	Réserve de carbone et d'énergie chez les végétaux (composant de l'amidon).
Cellulose	(1-4)- β -Glc	>10000	Polysaccharides de structure des végétaux ; présent chez les tuniciers (invertébré marins).
Glycogène	(1-4)- α -Glc avec des ramifications (1-6)- α -Glc toutes les dix unités environ.	>50000	Réserve de carbone et d'énergie chez les animaux les champignons et les bactéries.
Chitine	(1-4)- β -GlcNAc	>10000	Constituant majeure de l'exosquelette des arthropodes et des parois cellulaires des champignons.
Xylane	(1-4)- β -Xyl (xylose).	>10000	Polysaccharides de structure des algues vertes.

2.1.2. Hétéropolysaccharides

Les hétéropolysaccharides comportent, comme leur nom l'indique, plusieurs types d'oses et jouent un rôle important dans le tissu de soutien et la matrice extracellulaire de l'organisme. Ils sont constitués de longues chaînes d'oses indépendantes ou liées à un noyau protéique (Sablonnière, 2006).

Tableau 2 : Rôle biologique de quelque hétéropolysides (Guilloton *et al.*, 2013).

Hétéro-polysaccharide	Unité osidique et enchainement	Nombre d'unités	Rôle biologique
Acide hyaluronique	[-4)- β -GlcU-(1 \rightarrow 4)- β -GlcNAc-(1-]	>10000	Composant de la matrice extracellulaire du tissu conjonctif ; constituant du cartilage.
Inuline	(2 \rightarrow 1)- β -Fru ; le carbone 2 du fructose terminal est uni à une molécule de glucose α par liaison diosidique.	<100	Polysaccharides de réserve des plantes à rhizome (ex : dahlia, iris, topinambour).
Pectin	(1 \rightarrow 4)- α -GalU partiellement estérifié (méthyl) ; présence de pentose et d'hexoses (<10%).	<1000	Groupe hétérogène de polysaccharides des parois des cellules végétale.
Héparine	(1 \rightarrow 4)- α -GlnIdo	variable	Anticoagulant
Chondritine sulfate	(1 \rightarrow 4)- β -GalNAc-+sulfaté	>10000	Constituant de la matrice extracellulaire.

2.2. Classification Selon l'origine

2.2.1. Polysaccharides bactérienne et fongiques

Les microorganismes produisent une grande variété des polysaccharides telle que :

-Muréine

Constituant de la paroi bactérienne formé de l'alternance N-acétyl D-glucosamine. Et d'acide N-acétyl D-muraminique liés en β (1 \rightarrow 4) ces chaines glycanique (Beamont, 2015). Et sur laquelle est greffé ; sur la position 3 acétylée du glucose ; un peptide de constitue en général de L-Ala ; D-Glu : L-Lys (ou un analogue) et D-Ala, qui sera lié à un polypeptide bactérien par l'intermédiaire d'un résidu L-Lys (Bardeletti *et al.*, 2014).

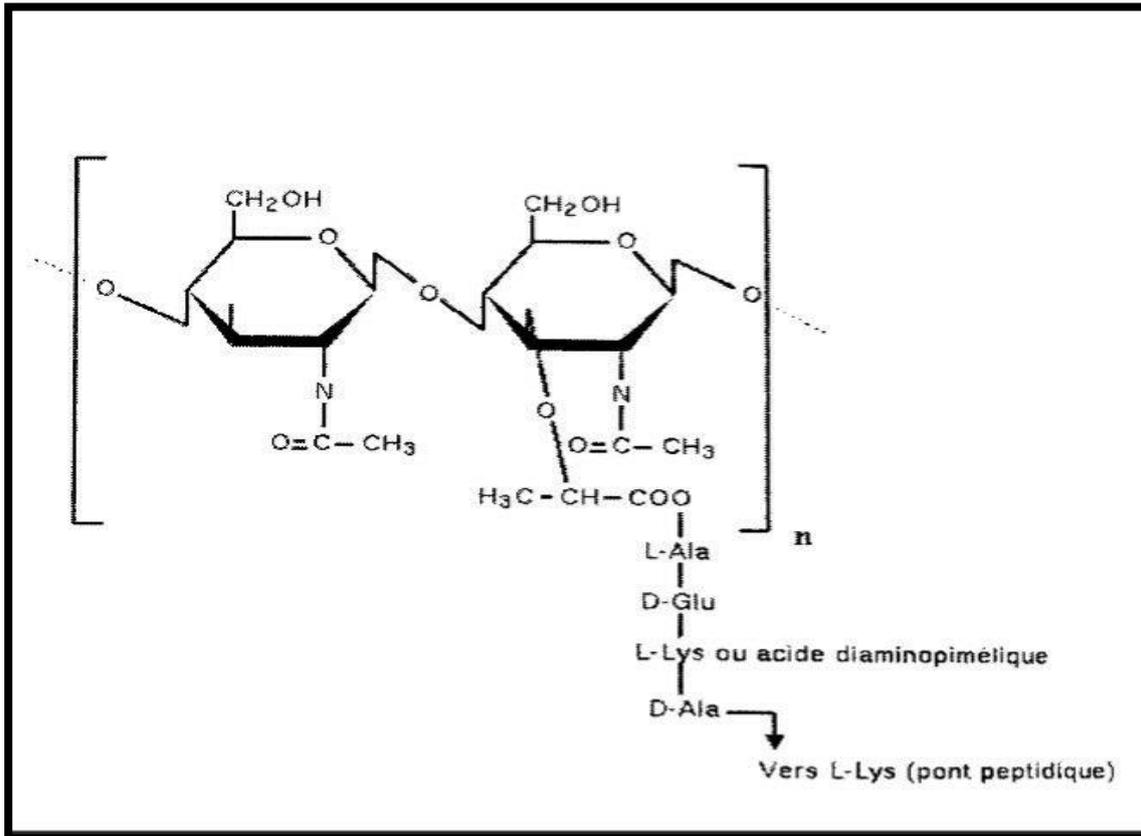


Figure1: structure du l'acide muramique (Bardeletti, 2014)

- Dextranes

Le dextrane est un polymère du glucose ou les résidus de glucose sont généralement liés par des liaisons α (1 \rightarrow 6). Tout fois quelques ramifications interviennent Egalement celles-ci sont typiquement formées par liaisons α (1 \rightarrow 2) ; α (1 \rightarrow 3) ou α (1 \rightarrow 4) (Dhames *et al.*, 2000). Leur intérêt réside dans leur utilisation thérapeutique comme agents de substitution du plasma sanguin (Louisot, 1989).

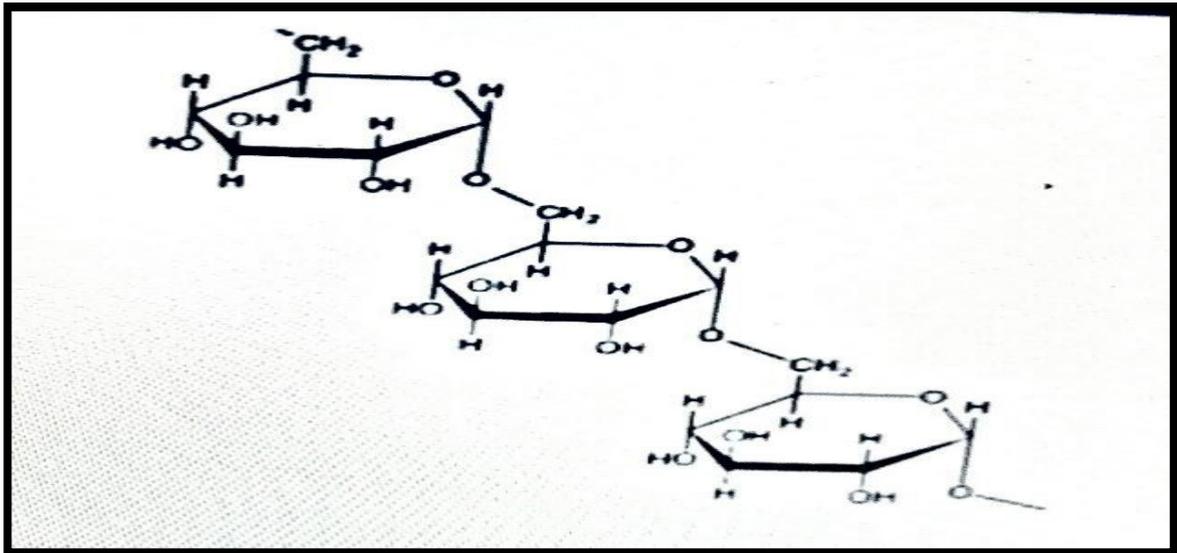


Figure 2 : structure du dextrane, un homopolymere (Benasala, 2012)

-Xanthan

Est un polyside de masse moléculaire élève produit par fermentation de glucides par *Xanthomanas campestris* (Bruneton, 2009). Est une substance colloïdale. Il contient en particulier du glucose, du mannose et de l'acides glucuronique. On l'ajoute aux aliments comme stabilisant et épaississant (Delaunay, 1988).

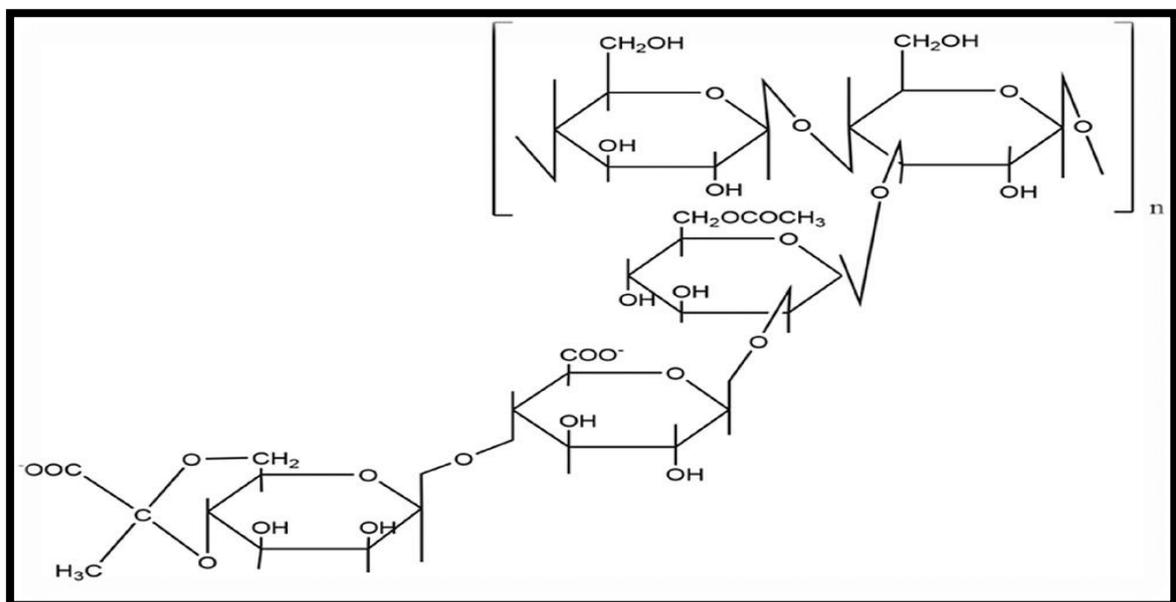


Figure 3 : Structure répétitive de la gomme de xanthane (Shekarforous *et al.*, 2017)

-Chitine

C'est un polymère de la N-acétyl glucosamine dont les molécules sont unies en enchainements linéaires par des liaisons β (1 \rightarrow 4). Associée à des sels minéraux et a des protéines, elle constitue l'exosquelette des *Arthropodes* (Weil, 2009).

On le trouve aussi dans la paroi cellulaire de champignons et nombreuses algues. Son importance pour la biomasse approche celle de la cellulose (Hennen, 2006).

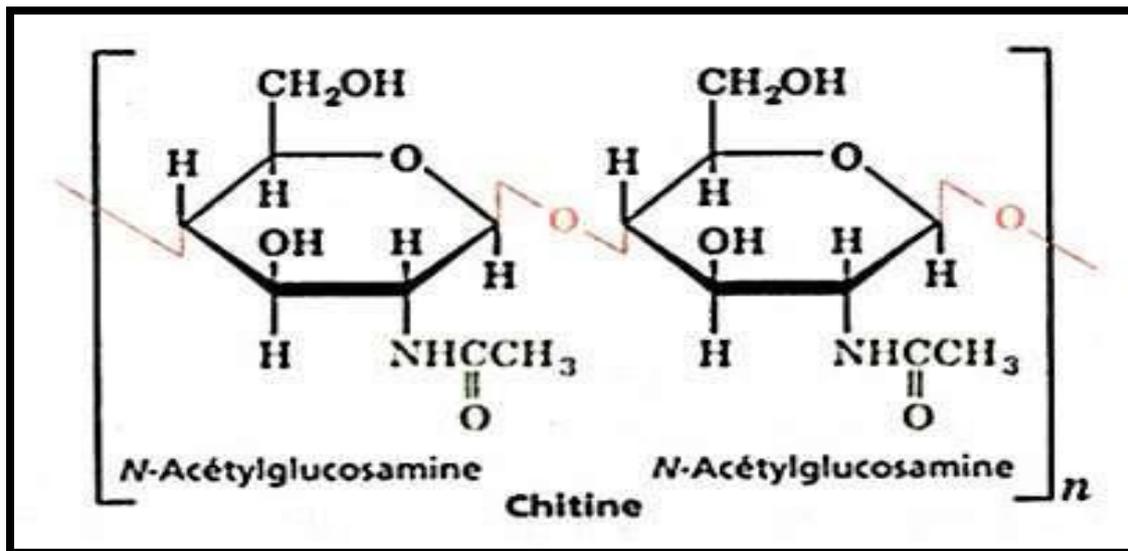


Figure 4 : structure chimique de la chitine (Weinman *et al.*, 2004).

2.2.2. polysaccharides des animaux

Les glycosaminoglycanes constituant la substance fondamentale on trouve des molécules formées de 50 à 1000 unités disaccharidique dont les proportions varient selon le tissu et l'espèce. Les plus répandues de ces substances sont données ci-dessous : glycogène, acide hyaluronique kératine sulfate, dermatan sulfate, chondritine sulfate, héparine sulfate (Voet *et al.*, 1998).

-Glycogène

C'est la forme de stockage du glucose chez les animaux et chez certains organismes unicellulaires comme les levures (Weil, 2009). Le glycogène s'accumule temporairement comme réserve énergétique dans les muscles squelettiques et dans le foie (Blecher-bardeletti, 2014).

On trouve la structure ramifiée du glycogène à partir d'une structure linéaires sont fixées sur une protéine, des ramifications apparaissent toutes les 4 à 10 résidus glucose fixées sur la chaîne linéaire par des liaisons α (1 \rightarrow 6) (kamoun *et al.*, 2003).

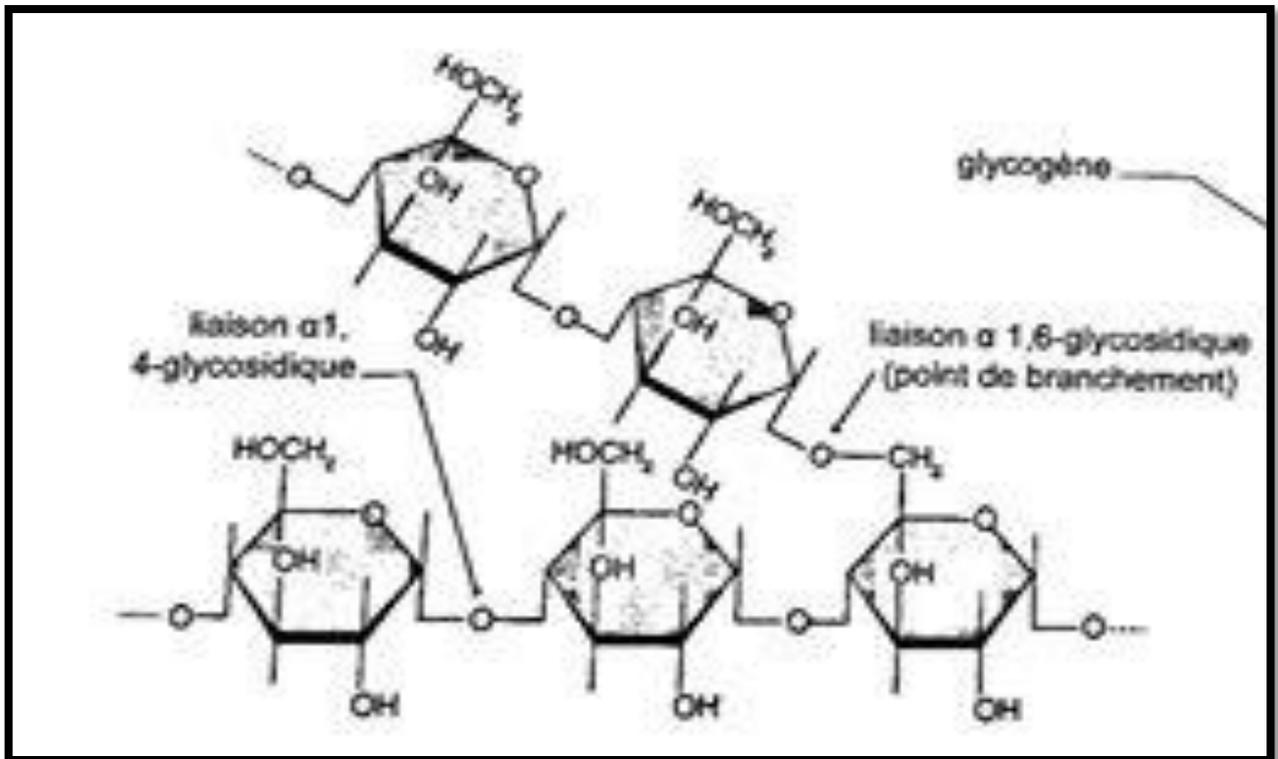


Figure 5: structure chimique de glycogène (Bleicher-Bardelletti *et al.*, 2014).

-Acide hyaluronique

Il s'agit d'une longue chaîne constituée de la répétition d'environ 5000 unités disaccharidique ; ce motif unitaire est constitué par l'acide glycuronique lié par une liaison β (1 \rightarrow 4) à une N-acetyl hexosamine ; la β -D-acétyl-glycsamine chaque unité disaccharidique est reliée à la suivante par une liaison β (1 \rightarrow 4).

L'acide hyaluronique est une molécule riche en charges électriques négatives lui conférant un étirement important. Elle occupe donc un grand volume dans l'espace extracellulaire (Sablonnière, 2006).

-Kératine sulfate

Il est présent dans le cartilage, la cornée et les disques intervertébraux avec une protéine, il forme un protéoglycane, L'unité de base est la N-acétyllactosamine sulfatée sur la position 6 de la N-acetyl-glucosamine, On compte quelques dizaines d'unités disaccharideique par chaîne (Beaumont, 2015).

- Dermatan sulfate

Ainsi appelé car il est très répandu dans la peau, dérive de la chondroïtine-4-sulfate par l'inversion de configuration du C₅ des résidus de β-4-glucuronate ce qui donne l'α-L iduronate, cela résulte de l'épimérisation enzymatique de ces résidus après la formation de la chondroïtine ; l'épimérisation est généralement incomplète d'où la présence de résidus glucuronate (Voet *et al.*, 1998).

- Chondroïtine sulfate

On la trouve dans le cartilage et dans les os en voie de croissance la présence de groupement sulfates porteurs de deux charges négative permet à cette molécule de retenir les cations calcium Ca²⁺ et donc de participer à la calcification osseuse.

C'est une molécule très étirée qui occupe un volume important ; présentant une grande résistance mécanique.

Elle forme une liaison covalente avec une protéine ; donc un protéoglycane. La structure de ce protéoglycane se fait en goupillon ; la protéine formant l'axe central (Beaumont, 2015)

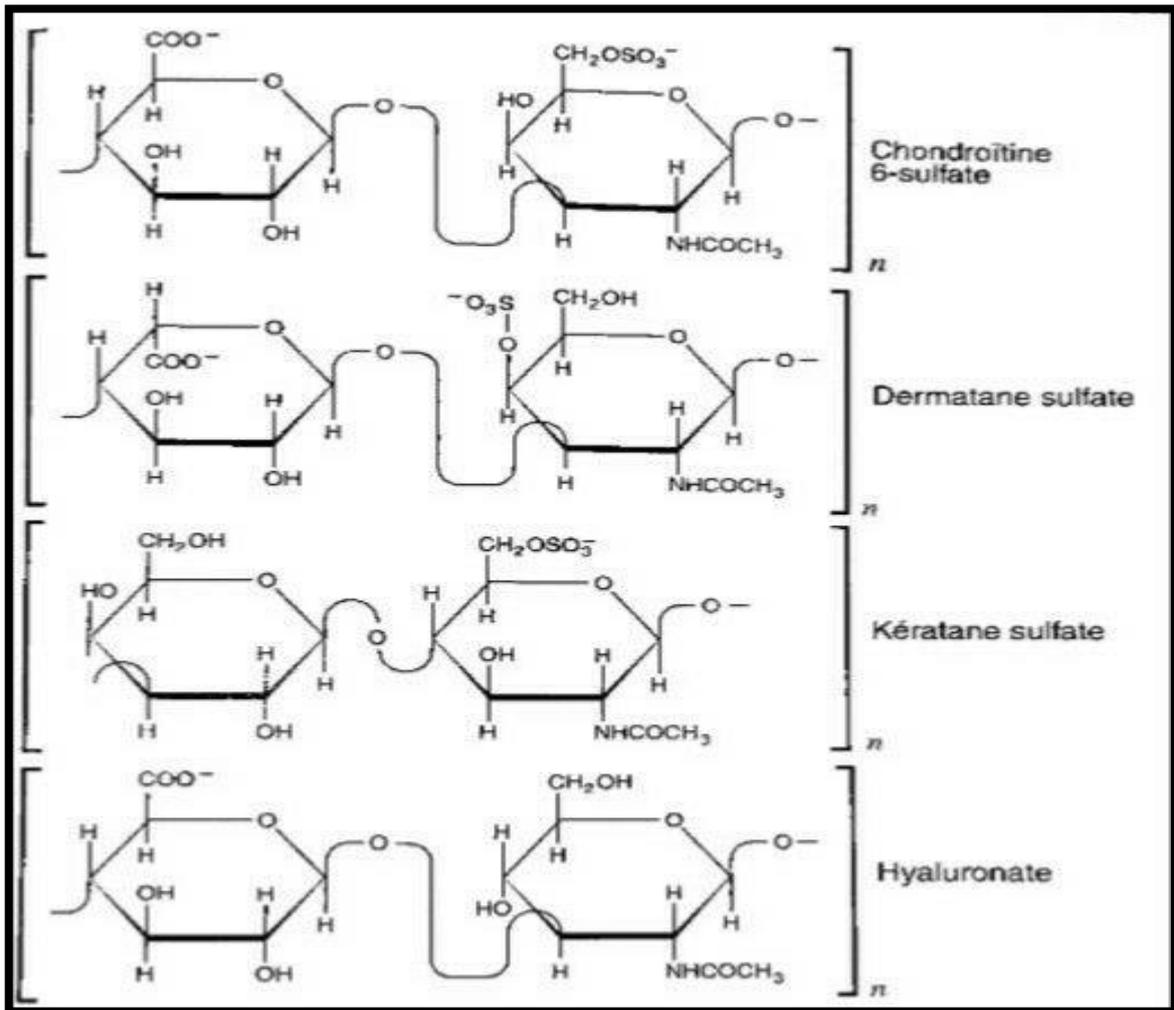


Figure 6 : structure moléculaire des polysaccharides animaux (Weinman *et al.*, 2004).

-Héparine

L'héparine fait de D-glucuronate 2-sulfate et de N-sulfo-D-glucosamine-6-sulfate réunis par liaison α (1 \rightarrow 4) est de distribution plus restreinte. On la retrouve dans des grains de sécrétion de cellules présentes à la surface vasculaire et abondante dans les poumons le foie et la peau (Hennen, 2006).

Sécrétée par les mastocytes ; a propriété anticoagulante (Moussard, 2010).

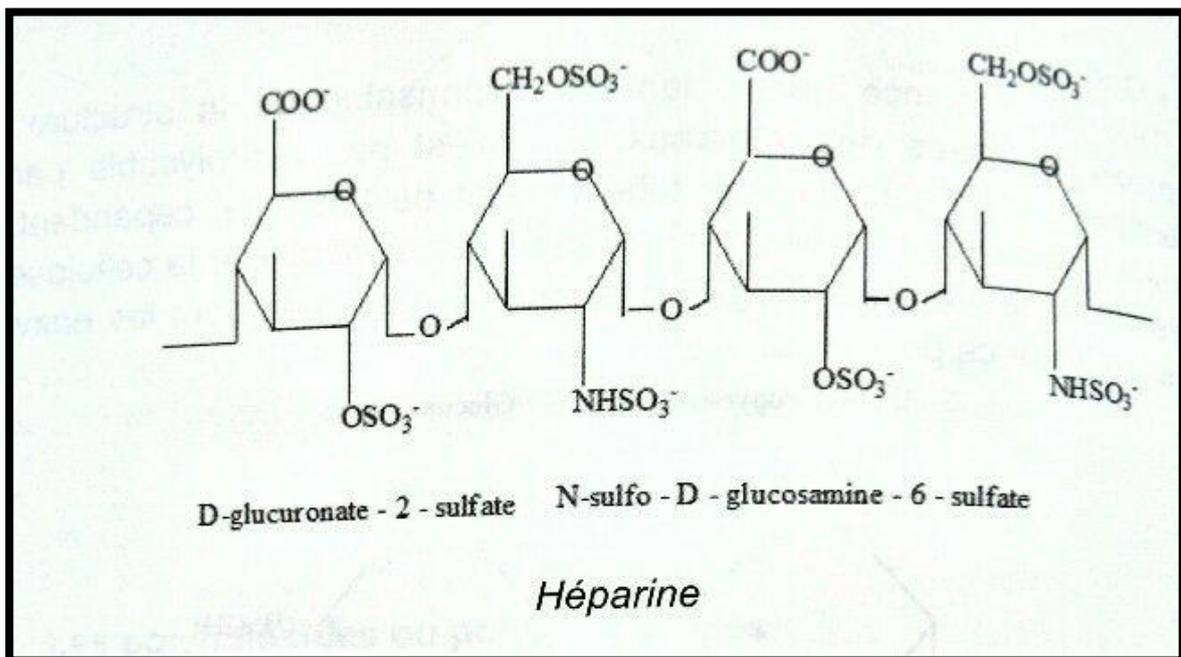


Figure 7 : structure chimique de l'héparine (Hons ; 2012).

2.2.3. Polysaccharides végétaux

Les polysaccharides végétaux sont nombreux parmi lesquelles la cellulose, le galactane, et l'amidon,

-Amidon

L'amidon est une réserve nutritionnelle par les plants et un aliment majeur pour les animaux.

L'amidon est un mélange de glucanes que les plantes synthétisent comme réserve nutritive principale. On le trouve dans le cytoplasme sous forme de granules insolubles constitués d' α -amylose et de amylopectin (Voet *et al.*, 2007).

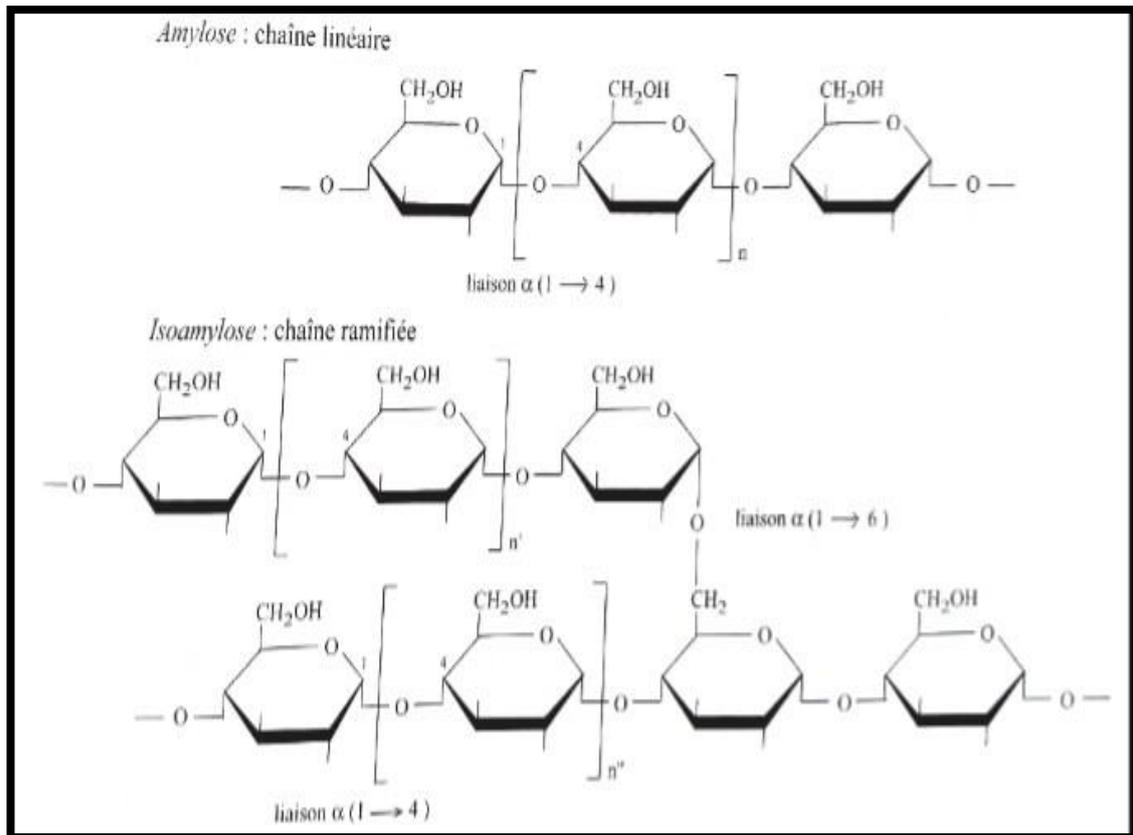


Figure 8: structure chimique de l'amidon (Coutouly, 2012)

-Cellulose

La cellulose polysaccharides extrêmement abondant dans la nature puisque composant major des parois des cellules végétales, est un polymère du glucose ; uniquement linéaire ; avec l'enchaînement β -D-glucopyranosyl (1 \rightarrow 4) β -D-glucopyranose. La cellulose joue un rôle de soutien chez les plantes (Bardeletti *et al.*, 2014).

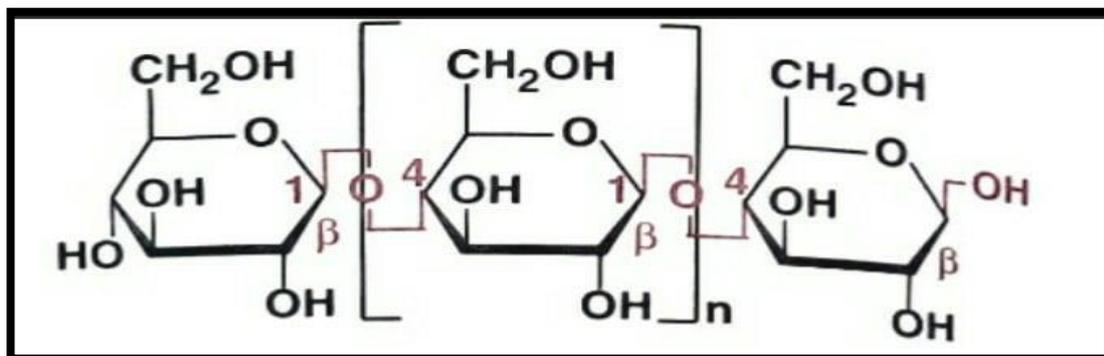


Figure 9: la structure chimique de la cellulose (Quentin, 2011)

-Gommes de graines

Ce ne sont pas de vraies gommes ; elle n'exsudent pas ; elles donnent pas de sels et sont d'une structure plus simple. On l'extrait des graines broyées en farine. La caroube provient des graines du caroubier qui est un arabe de la famille des fabacées du bassin méditerranéen. β (1→4) avec en ramification un unique résidu de galactose, tous les 4 résidus de mannose .il y a également des restes d'arabinose présents (Alais *et al.*, 2008).

- Inuline

C'est la réserve glucidique de végétaux n'accumulant pas l'amidon ; comme le topinambour, le dahlia, l'artichaut, la patate douce. Il s'agit en effet de levanes constituées de chaînes nom ramifiées assez courtes de, en moyen, 30 à 35 résidus de montre (la figure 10) un résidu glucose est présent au début de la chaîne (glycosidopoly fructoside). Une molécule de saccharose serait le « noyau initiceteur », sur lequel une levane sucrase transfère un résidu de fructose pris à une autre molécule de saccharose (Alais *et al.*, 2008).

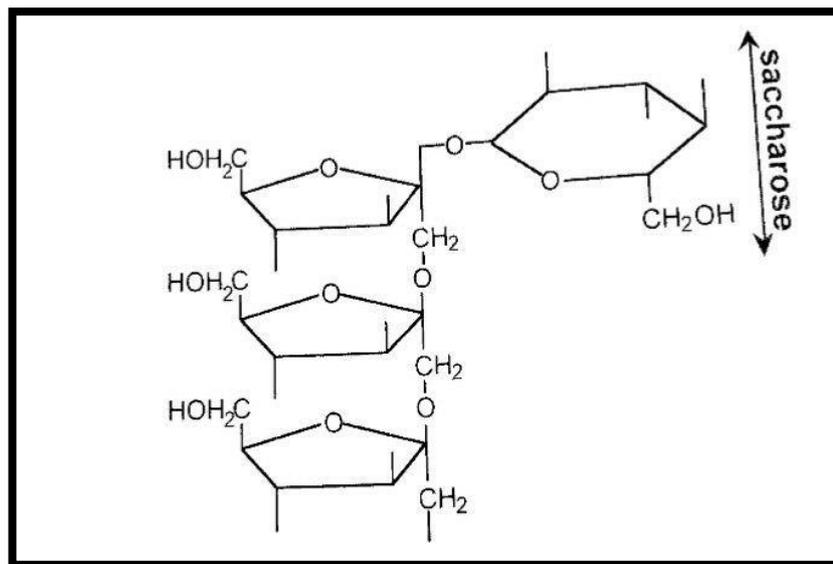


Figure10 : structure chimique d'inuline (Alais *et al.*, 2008).

-Galactane

Ce sont des constituants des matières pectiques végétale, dans lesquelles les unités de D-galactose sous forme puranique sont unies par des liaisons osidiques β (1→4) (Louisot, 1989), alors que les galactanes animaux correspondent à des liaisons β (1→6) et β (1→3) (Beaumont, 2015).

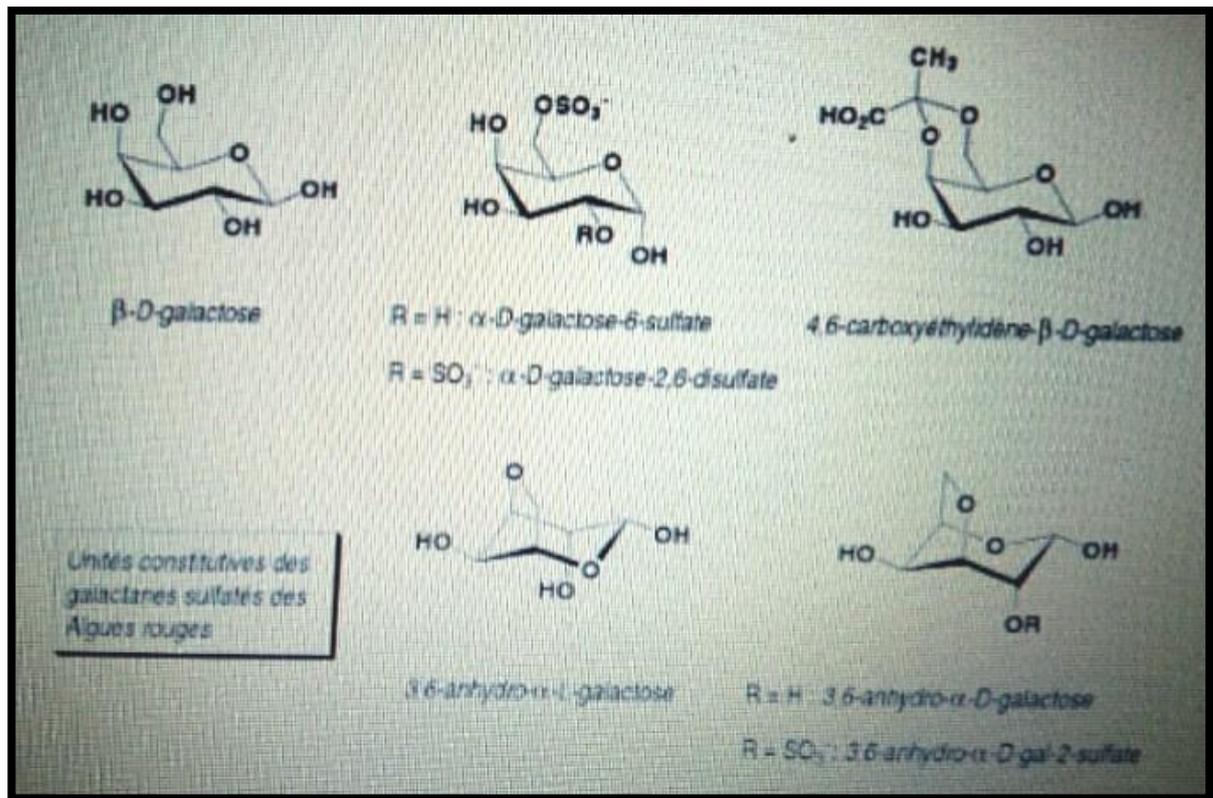


Figure 11 : unité constitutives des galactanes sulfatés des algues rouges (Bruneton, 2009).

2.2.4. Polysaccharides des algues

Les polysaccharides extraits des algues sont omniprésents dans la vie quotidienne. Ils constituent l'ensemble des phycocolloïdes qu'on retrouve dans la plupart des produits alimentaires industriels. Ils interviennent comme agents structurants des solutions aqueuses et représentent à eux seuls environ 40% des hydrocolloïdes produits dans le monde. Ils sont répartis en trois grands groupes : les carraghénanes, les agars et les alginates (Reis *et al.*, 2006).

- Les carraghénanes

Les carraghénanes sont des substances extraites des certaines algues rouges, ou rhodobiontes, ils sont des constituants des parois cellulaires, localisés dans la matrice amorphe. On les trouve dans les cellules corticales et médullaires de tous les tissus des thalles (Reis *et al.*, 2006).

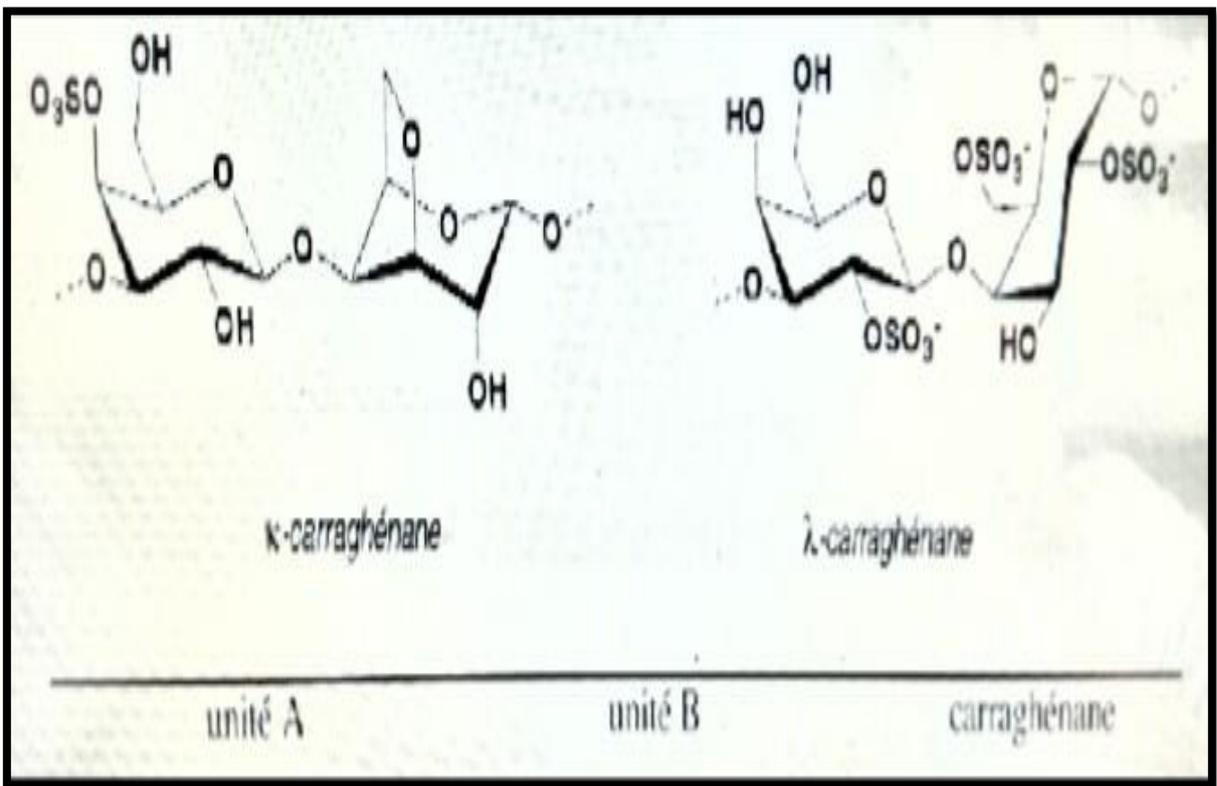


Figure 12 : Structure chimique de carraghénanes (Bruneton, 2009).

-Alginat

Les alginates proviennent des algues brunes ; leur structure est différente ; ils sont moins utilisés que les précédents en raison de leur précipitation en milieu acide, et également en présence de calcium.

Les alginates sont des polyuronides, comme les pectines, on observe la formation d'un réseau moléculaire en « boîte d'œufs » lié à l'association de séquences de polyuronates par chélation de Ca^{2+} ils ont comme composants soit l'acide D-mannuronique avec la liaison $\alpha(1 \rightarrow 4)$, soit l'acide L-guluronique avec la liaison $\alpha(1 \rightarrow 4)$, soit deux ensembles (copolymères). Il n'y a substitution, en dehors de la présence usuelle d'ion sodium, secondairement, potassium (Alais *et al.*, 2008).

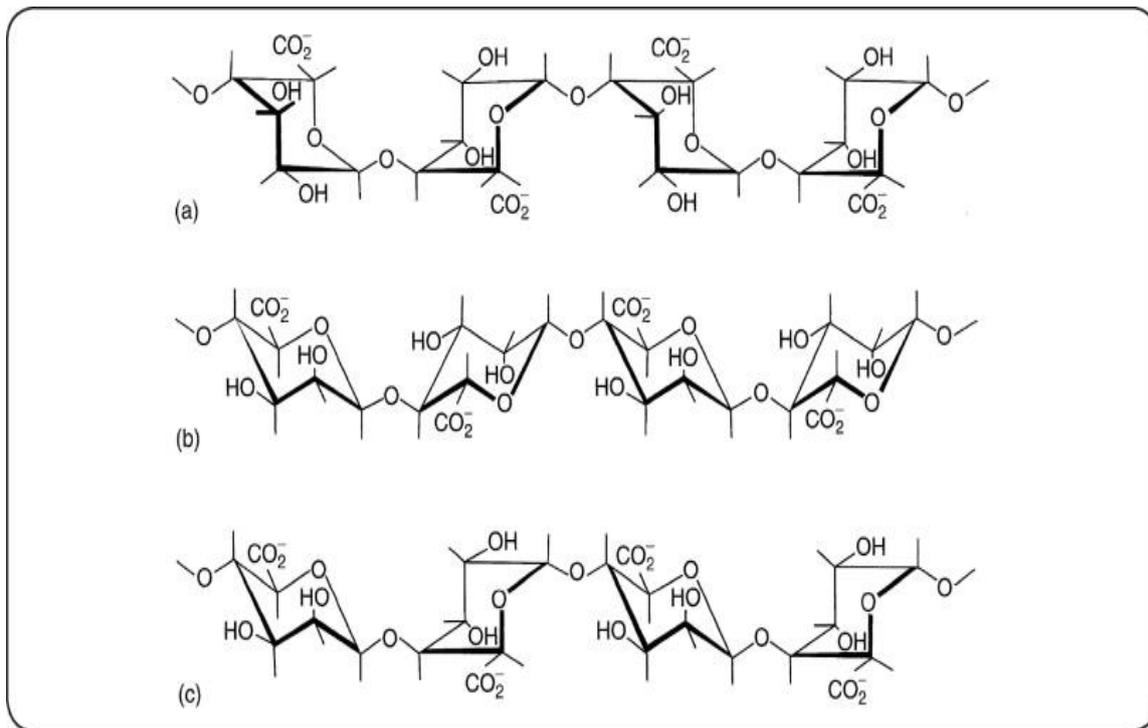


Figure 13 : Répétition des unités disaccharidiques de différents types de carraghénane et leur transformation par traitement à l'alcali (Rinoudo, 2014)

-Ulvane

L'ulvane est le principal polysaccharide hydrosoluble qui se trouve dans les algues vertes de l'ordre des ulvales. Il a le rhamnose, la xylose, les acides iduronique comme principaux constituants. Les principales unités disaccharidiques rapportées sont de type acide ulvanobiouronique 3-sulfate contenant soit l'acide glucuronique ou iduronique (Jiao *et al.*, 2011).

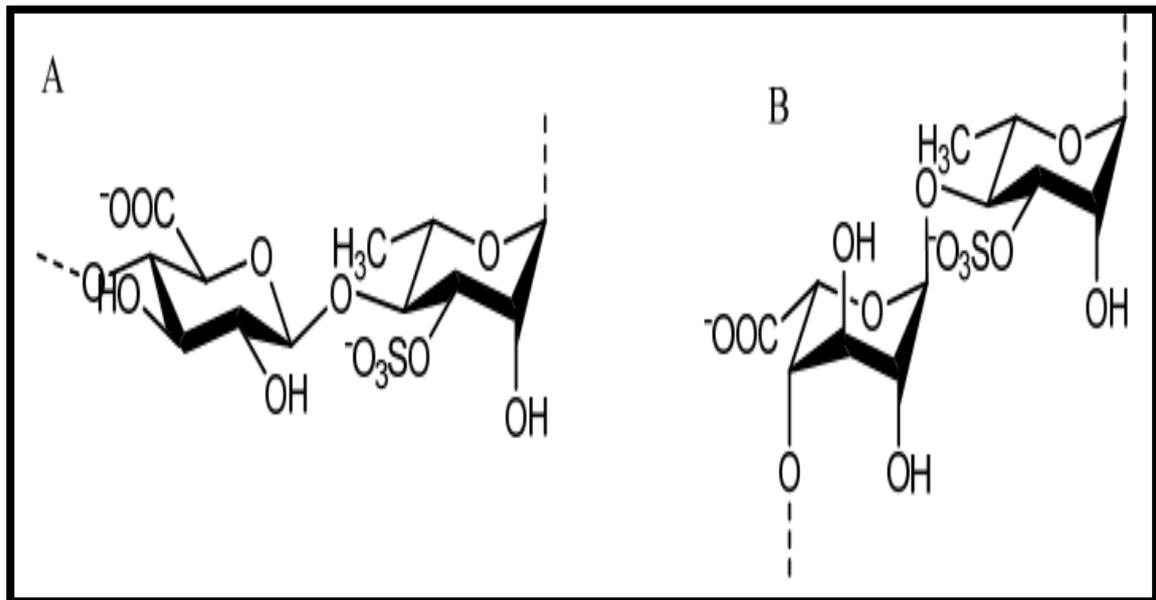


Figure 14: Structure des principales unités disaccharidiques répétitives d'ulvane:

A: $[\rightarrow 4 -\beta\text{-D-Glcp- (1} \rightarrow 4) -\alpha\text{-LRhap3S- (1} \rightarrow .)] n$; B: $[(\rightarrow 4) -\alpha\text{-L-IdoP - (1} \rightarrow 4) -\alpha\text{-L-Rhap3S- (1} \rightarrow)] n$ (JIAO *et al.*, 2011).

-Les agars

Agar –agar est un polysaccharide extrait de la matrice extracellulaire de la paroi de certaines algues rouges, c'est un polymère d'un sucre en C₆, le galactose. L'agar est une agarose très pur.

Lorsque l'agar est mélangé à l'eau, la solution possède dès lors un pouvoir gélifiant, il suffit de la chauffer à 85-90°, est de la laisser refroidir, il n'est nullement nécessaire d'ajouter d'autres composants contrairement à l'acide alginique, aux caraghénanes et aux pectines, ce gel a une excellente réversibilité, on peut le faire fondre et le faire gélifier de façon répétitive sans rien perdre de ses propriétés originales, d'où une stérilisation très aisée, une des grandes utilisations concerne donc le domaine de la bactériologie et de la biochimie (culture en boîtes de pétri et électrophorèse). Sous la dénomination E406, l'agar est un gélifiant largement utilisé en boulangerie, confiserie et pharmacie (Tourte, 2005).

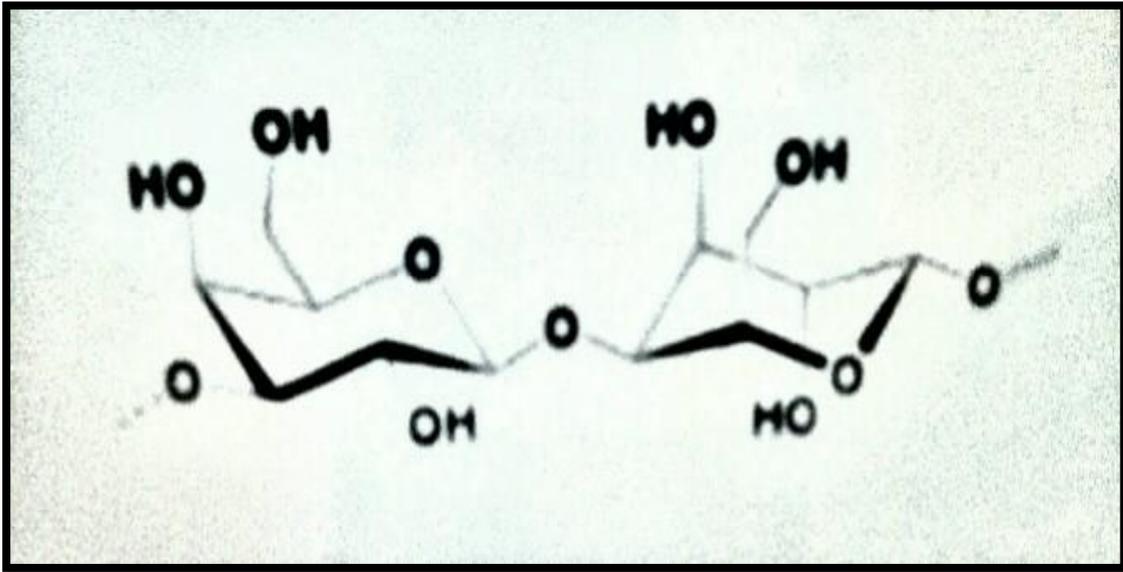


Figure 15 : enchaînement : (1→3)-β -D gal-(1→4)-α-L-gal---(agar- agar) (Bruneton, 2009).

2.3 Classification Selon leur fonction biologique

2.3.1 Les polysaccharides de réserve

Le glycogène et l'amidon qui sont respectivement dans les cellules animales et végétales, des formes de stockage du glucose (Moussard, 2010).

2.3.2. Les polysaccharides de structure

La cellulose possède un rôle structural comme composant majeur de la paroi des Cellules végétales (Berg *et al.*, 2012). La chitine est le constituant structural fondamental de l'exosquelette d'invertébrés (Voet *et al.*, 1998).

3. Isolement et analyse structurales

L'extraction et semi-purification des polysaccharides hydrosolubles s'effectue par nombreuses méthodes selon le type polysaccharides; certains sont soluble dans l'eau (Chaude, froide), leur extraction se fait par l'eau chaude ou froide, et d'autres insoluble dans l'eau sont extraits par les acides, les bases, les sels (Wang *et al.*, 2018 ; Boual *et al.*, 2015).

3.1. Isolement

La solubilisation des polysaccharides fait intervenir de l'eau. Eventuellement additionnée d'acides minéraux (extraction des pectines) ou de divers sels (carbonates dans le cas de l'algine). Au laboratoire on peut aussi utiliser des solvants aprotiques dipolaires. 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 à des techniques de précipitation (par des solvants non miscibles, par addition de sels, par variation de PH). Les techniques chromatographiques sont largement mises à profit : sur charbon, sur gel de polyglucosanes réticulés natifs ou greffés, sur échangeur d'ions. Les particularités structurales des polysaccharides à isoler permettent parfois l'utilisation de techniques spécifiques : formation de complexes boriques, formation de dérivés d'inclusion, utilisation d'ammoniums quaternaires. Dans tous les cas la purification est suivie par des déterminations physiques et chimiques : activité optique, masse moléculaire, composition élémentaire, électrophorèse (Bruneton, 2009).

3.2. Analyse structurale

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

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, l'estimation de la longueur des chaînes, la reconnaissance et la localisation des branchements (Bruneton, 2009).

4. Les glycannes et la gélification

Comme pour les autres types de macromolécules organiques, on définit pour les polysaccharides des structures primaires, secondaires, tertiaires ou d'ordre plus élevé.

La structure primaire correspond à la séquence des unités glucidiques dans les chaînes osidiques (nature des unités glucidiques, ordre d'enchaînement, modes de liaison, etc...).

La structure secondaire est définie par l'arrangement qu'adoptent les chaînes osidiques dans l'espace : hélices, rubans, etc. La structure tertiaire correspond à la façon dont les chaînes s'unissent ou s'agrègent entre elles et construisent des édifices stables.

Une des propriétés très caractéristiques des polysaccharides est de former des gels, c'est – à-dire de vastes réseaux moléculaires de texture particulière entre les mailles desquels se logent d'autres molécules et le solvant.

Quand un polymère solide est placé dans une petite quantité de solvant, le premier stade de l'interaction est la solvatation avec formation de gel avant que celui-ci, en présence d'excès de solvant, ne se disperse en sol :

Polysaccharide → gel → sol

La formation de gel est due à des interactions entre chaînes (cross links) par des liaisons hydrogène et ioniques, si ces ponts intra et interchaînes ne sont pas chimiques, la formation du gel dépend surtout de la concentration du polymère et de la température (liaisons hydrogène peu nombreuses à faible concentration et stables à basse température).

Les molécules prennent une conformation nouvelle et le nombre de ces liaisons détermine la stabilité du gel. Une des propriétés les plus notables d'un gel est que sa composition s'approche de celle d'un état liquide pur tout en ressemblant à un solide. Un gel d'agar par exemple, peut contenir 99,9% d'eau et pourtant il reste capable de garder une forme définie et stable.

Le phénomène de gélification et d'assemblage peut être provoqué par de simples modifications physico-chimiques du milieu (pH, concentration ionique, température,...). Une très petite quantité de chaînes osidiques peut modifier complètement une grande masse de solvant (Alais *et al.*, 2008).

Chapitre 2 :

Les Activité des polysaccharides

Les polysaccharides sont des macromolécules biologiques importantes, ils se trouvent dans les plantes, les animaux et les micro-organismes et sont de bonnes sources de fibres alimentaires et prébiotiques avec des activités immunorégulatrices, antioxydants et anti tumorales ainsi que autres avantages pour la santé (Nie *et al.*, 2018).

1. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est une réaction de défense de l'organisme à diverses agressions qui peuvent être d'origine physique, chimique, biologique (réponse immunitaire) ou infectieuse. Le traitement actuel de l'inflammation fait appel aux anti-inflammatoires stéroïdiens (glucocorticoïdes) et non stéroïdiens comme l'aspirine. Ces molécules bien qu'étant efficaces présentent le plus souvent des effets indésirables qui peuvent gêner leur utilisation au long cours (Ndiaye *et al.*, 2006).

Une étude visait à évaluer l'effet de la modification sulfatée sur les activités anti-inflammatoires et anti-oxydantes de *Cyclocarya paliurus* polysaccharides (CP).

Le S-CP1-4 inhibe la production d'oxyde nitrique, l'activité phagocytaire et la libération d'interleukine (IL) -6 et d'IL-1 β dans les macrophages traités au lipopolysaccharide. S-CP1-4 a significativement diminué la sécrétion d'IL-6 et de TNF- α et les indices de thymus et de rate, et a augmenté la production d'IL-10 chez les souris traitées par lipopolysaccharide.

S-CP1-4 pourrait mieux protéger le foie en inhibant les activités de l'alanine aminotransférase et de l'aspartate aminotransférase, et le niveau de malondialdéhyde tout en augmentant l'activité superoxyde dismutase et la capacité antioxydant totale. Le S-CP1-4 peut être un agent anti-inflammatoire efficace, et la modification sulfatée peut être une méthode fiable pour le développement de compléments alimentaires (Wang *et al.*, 2017).

Les cyanobactéries produisent un polysaccharide exo cellulaire dont la structure a été caractérisée chimiquement. Un effet anti-inflammatoire important et dépendant des doses administrées a été observé suite à l'application locale de ce polysaccharide sur l'oreille de souris présentant un œdème provoqué par de l'huile de croton. L'application d'un hydrolysat partiel du polymère, composé uniquement d'oligosaccharides, a réduit l'œdème de façon similaire au polymère, indiquant que l'activité anti-inflammatoire est associée à la fraction polysaccharidique (Gloaguen et Krausz, 2008).

L'utilisation de tests permettant d'évaluer l'œdème et l'effusion d'exsudat pleural induite par le carraghénane chez l'animal, a permis de déterminer la capacité anti inflammatoire des quelques polysaccharides d'origine fongique. Des polysaccharides isolés du *carpophore* de *Dictyophora indusiata*, *Auricularia auricula judae*, de *Ganoderma japonicum*, et de *Trametes gibbosa* ont montré un effet anti-inflammatoire (Sanchez, 2006).

Tous les fucoïdiens isolés ont montré une activité anti-inflammatoire, le traitement avec des polysaccharides sulfatés de *Cystoseira sedoides*, *Cystoseira compressa* et *Cystoseira crinita* (à la dose de 50 mg / kg, IP) a inhibé la formation de l'œdème, 3 h après l'administration de carraghénane.

Le carraghénane induit une inflammation. Les fucoïdanes pourraient avoir inhibé la libération ou les actions des divers médiateurs chimiques tels que l'histamine, la 5-HT, les kinines et les prostanoïdes connus pour induire une inflammation aiguë induite par des agents phlogistiques (Hadj ammar *et al.*, 2015).

L'une des intérêts dans les polysaccharides sulfatés algales en tant qu'agents anti-inflammatoires est l'ensemble croissant de preuves illustrant leur capacité à interférer avec la migration des leucocytes vers des sites d'inflammation. De même, l'addition intraveineuse de fucoïdan a réduit, de manière dose-dépendante, le recrutement des leucocytes dans le péritoine dans un modèle d'inflammation prétoriale chez le rat Les polysaccharides sulfatés algales inhibent les enzymes de dégradation tissulaire telles que l'héparanase et les élastases qui interviennent dans la dégradation de l'intégrité de la membrane basale au cours de l'inflammation (Jaio *et al.*, 2011).

2. Activité immunomodulatrice

Plusieurs polysaccharides d'origine fongique sont capables de stimuler simultanément les différentes composantes du système immunitaire, ce qui leur confère différentes propriétés thérapeutiques, notamment des propriétés antitumorales et anti-inflammatoires.

Pour cette raison, ils sont appelés immunomodulateurs, immunostimulateurs ou modificateurs de la réponse biologique. Puisque les polysaccharides, y compris les 3 glucanes, ne peuvent pénétrer dans les cellules en raison de leur grande taille moléculaire, Ils exercent leur action en se liant à des récepteurs spécifiques à la surface des cellules Immunes telles que les macrophages, les neutrophiles, les cellules cytotoxiques naturelles (NK) et les lymphocytes T.

Parmi ces récepteurs, le CR3, un des plus importants récepteurs membranaires chez les phagocytes impliqués dans la reconnaissance des pathogènes, a été identifié comme un des récepteurs des P-glucanes. L'affinité différentielle montrée par les récepteurs vis-à-vis les différents P-glucanes varie en fonction du poids moléculaire, de la conformation acquise en solution, ainsi que du degré de ramification de ces molécules. Cette affinité différentielle affecte de manière significative leur activité immunomodulatrice (Sanchez, 2006).

Les polysaccharides sulfatés, y compris ceux provenant d'algues, possèdent des activités immunomodulatrices qui peuvent être utiles pour stimuler la réponse immunitaire ou contrôler l'activité des cellules immunitaires pour atténuer les effets négatifs associés tels que l'inflammation. Les polysaccharides sulfatés peuvent affecter plusieurs cibles dans les systèmes immunitaire et inflammatoire qui peuvent avoir un impact sur la progression de la maladie et les résultats, y compris la progression tumorale et la métastase.

Les effets stimulateurs directs des polysaccharides algaux sur les cellules immunitaires entraînent la production d'oxyde nitrique par induction de l'oxyde nitrique synthase inductible (iNOS) et d'un profil pro-inflammatoire de cytokine/chimiokine. Selon la situation, l'interaction des polysaccharides sulfatés avec d'autres effecteurs peut entraîner une réduction de l'inflammation (Jaio *et al.*, 2011).

Les polysaccharides du ginseng, comparativement à ceux d'*Echinacea angustifolia* mais moins intensément, agissent sur le système leucocytaire et stimulent la macrophagocytose ainsi que par exemple, sur d'autres éléments de l'immunomodulation lors d'une infection à *staphylococcus aureus*. Les polysaccharides du marc de ginseng (PMG), résultant de la fabrication de l'extrait de ginseng, ont des propriétés immunomodultrices sur les macrophages péritonéaux. Les PMG font croître significativement l'activité de phosphatase lysosomiale et l'index phagocytique des macrophages péritonéaux. Les macrophages péritonéaux sous ginseng produisent significativement plus de H₂O₂ et de nitrites que le contrôle sans PMG, et leur viabilité est augmentée (Goetz *et al.*, 2009).

3. Activité anti cancéreuse et antitumorale

Les Polysaccharide extrait *Chenopodium quinoa*, est une céréale nutraceutique prometteuse, constituée d'acide galacturonique et de monosaccharides de glucose. Compte tenu de la corrélation pathologique des radicaux libres, de l'inflammation et de la cancérogenèse, l'effet anticancéreux du CQP a été étudié plus avant sur le cancer du foie humain SMMC 7721 et sur les cellules MCF-7 du cancer du sein. Fait intéressant, CQP a montré une cytotoxicité contre les cellules cancéreuses, tandis qu'aucune inhibition de la prolifération sur les cellules normales. le polysaccharide bioactif de *C. quinoa* a fourni le potentiel prometteur en tant qu'antioxydant naturel, candidat immunorégulateur et anticancéreux pour la nourriture et même l'application de médicament (Hua *et al.*, 2017).

Quatre polysaccharides homo / hétérogènes (HBSS, CHSS, DASS et CASS) extraits de graines de pivoine ont été évalués pour les attributs anticancéreux dans les cellules cancéreuses de la prostate (Pc-3), les cellules cancéreuses du côlon (HCT-116), les cellules cancéreuses du sein humain (MCF-7), le cancer du col de l'utérus (cellules Hela) et les cellules rénales embryonnaires humaines 293 (HEK 293). Parmi eux, CASS et DASS extraits par alcali. La fraction CASS a eu les effets inhibiteurs les plus significatifs sur toutes les lignées cellulaires utilisées tandis que HBSS avait le moins d'effet.

Le CASS a montré une inhibition et des effets cytotoxiques remarquables dans les cellules Hela suivies par d'autres lignées cellulaires par rapport au 5-fluor uracile (5-FU). CASS a arrêté le cycle cellulaire dans la phase G0 / G1 à l'exception des cellules MCF-7 et le pourcentage accru de cellules apoptotiques a varié dans différentes cellules traitées. CASS régulé à la baisse l'expression de la cycline A / B1 / D1 / E1, CDK-1/2/4/6 et p15 / 16/21/27 à l'exclusion de p53. Donc le CASS a un potentiel anticancéreux dans le traitement des cancers humains, ce qui en fait un candidat puissant dans les aliments fonctionnels (Zhange *et al.*, 2017).

Les effets antitumoral des polysaccharides extraits de racine *Senecio scandens Buch*, - *Ham* à été évaluer sur le carcinome hépatocellulaire La PRS a montré un effet inhibiteur significatif sur les cellules H22, et a inhibé significativement la croissance des tumeurs H22 transplantées chez la souris. Le traitement avec PRS a régulé de manière significative les expressions de Bax, caspase 3 et caspase 9 dans les cellules H22, alors que la protéine Bcl₂ était significativement régulée à la baisse. La PRS possède une activité anti-tumorale significative sur

la lignée cellulaire H22 in vitro et in vivo, et le mécanisme peut être étroitement lié à l'induction de l'apoptose médiée par les mitochondries (Duo *et al.*, 2017).

Il existe des preuves que les polysaccharides sulfatés algales, y compris les fucoïdanes et les carraghénanes, augmentent la cytotoxicité des cellules tueuses naturelles, des lymphocytes et des macrophages contre les tumeurs (Jaio *et al.*, 2011).

Les polysaccharides peuvent utiliser comme un médicament anticancéreux conventionnel est entravé par leur toxicité élevée, principalement en raison du ciblage aveugle du cancer et des cellules normales. En outre, pour les médicaments à base d'acide nucléique (NABD), une classe émergente de médicaments ayant une valeur anticancéreuse potentielle, l'utilisation pratique est problématique. Cela dépend principalement de leur dégradation rapide dans les fluides biologiques et des difficultés à traverser les membranes cellulaires. Ainsi, pour les deux classes de médicaments, le développement de matériaux d'administration optimaux est crucial. La possibilité d'utiliser différents types de polysaccharides, tels que le chitosane, l'acide hyaluronique, le dextran et le pullulane, en tant que matériaux d'administration de médicaments intelligents. des exemples notables d'administration de polysaccharides à base de médicaments anticancéreux conventionnels et de NABD sont rapportés (Posocco *et al.*, 2015).

L'étude in vitro et in vivo d'activités anti-tumorales de polysaccharides tels que les arabinogalactanes extraits de racines de *Angelica sinensis* AG inhibe la prolifération de différentes cellules cancéreuses issues du col de l'utérus (cellules HeLa : lignée cellulaire cancéreuse) et de poumon humain (cellules A549 : ligné cellulaire cancéreuse). L'*Angelica sinensis* étaient capable d'inhiber la croissance des tumeurs chez la souris. AG extraits d'écorce d'*Endopleura uchi* pouvaient inhiber la prolifération de cellules cancéreuses HeLa issues du col de l'utérus. L'AG extrait de *Larix europaea* avait un effet inhibiteur sur la colonisation des cellules tumorales hépatiques dans deux modèles de tumeurs animales. L'AG bloquait spécifiquement les lectines des hépatocytes. L'activité anticancéreuse de l'AG extrait d'*Anoectochilus formosanus* a été évaluée sur un model du cancer du côlon de souris, l'AG permettait de réduire la masse et la taille de la tumeur cancéreuse.

L'AG entraînaient l'inhibition de la croissance des .L'angiogénèse joue un rôle essentiel dans le développement des tumeurs cancéreuses. Bloquer les mécanismes de l'angiogénèse dans la tumeur permet donc de limiter la progression du cancer (Peters, 2017).

Ganoderma lucidum champignon a une activité antitumorale, résultat de l'activation des lymphocytes T. L'isolement et l'étude des polysaccharides présents dans ce champignon ont révélé une activité antitumorale de ces derniers. Cette activité, étudiée in vivo, est due à certains types de liaisons glycosidiques et est liée au degré de ramification de ces polysaccharides. Les études in vitro ont montré que ceux-ci amélioreraient la réponse à médiation cellulaire et que les cytokines sécrétées potentialisaient l'effet antitumoral (Bichon, 1998).

4. Activité hépatoprotectrice

Les polysaccharides bruts provenant des fleurs du théier (*Camellia sinensis*) y compris une activité hépatoprotectrice in vivo, les TFPS bruts empêchent significativement l'augmentation des taux sériques d'alanine aminotransférase et d'aspartate aminotransférase, réduisent la formation de malondialdéhyde et augmentent les activités de la superoxyde dismutase et de la glutathion peroxydase chez les souris cancéreuses hépatiques induites par le tétrachlorure de carbone (Xu *et al.*, 2012).

Le polysaccharide de *Lycium barbarum* (LBP) est constitué de plusieurs types de monosaccharides : glucose, arabinose, galactose, mannose, xylose et rhamnose. L'activité hépatoprotectrice du LBP la consommation de LBP dans un modèle rat NASH l'amélioration de la fonction hépatique, rééquilibre le métabolisme des lipides atténue l'inflammation, le stress oxydatif et l'apoptose par la modulation des voies liées facteur Kinase et de transduction, et réduire la fibrose hépatique via l'inhibition de l'activité et de la voie HSC/SMAD/TGF- β . Compte tenu de sa faible dose efficace, grande disponibilité, et l'amélioration évidente dans NASH caractéristiques pathologiques et toxicité hépatique minime (Xiao *et al.*, 2013).

Selon (Wang *et al.*, 2012), Polysaccharides *Jujube* ont été prouvés de diverses activités biologiques. Une étude a été conçue pour évaluer la composition chimique et la fonction hépatoprotectrice des polysaccharides extraits de *Zizyphus jujube cv. Shaanbeitanzao* (ZSP). La composition de ZSP a été déterminée comme les hétéropolysaccharides avec le L-arabinose est le composant principal monosaccharide. Le ZSP a montré une forte activité antioxydante in vitro, et l'effet a été vérifié en inhibant le stress oxydatif induit par CCl₄ dans le foie à trois doses testées de ZSP (100, 200 et 400 mg / kg de poids corporel) chez la souris. La dose de ZSP (400 mg / kg) a réduit les activités de l'alanine aminotransférase (ALT), de l'aspartate aminotransférase (AST) et de la lacticoxydéshydrogénase (LDH) induit par CCl₄ dans le sérum et

le niveau hépatique de malondialdéhyde (MDA). Le ZSP peuvent être utilisé comme un agent de prévention et de traitement pour les lésions hépatiques induites par CCl₄ en favorisant les activités antioxydants et de piégeage des radicaux libres.

Les polysaccharides d'*Aloe vera* présentent un effet hépatoprotectrice. Cependant, leur influence sur la maladie alcoolique du foie (ALD) reste incertaine. L'effet protecteur des polysaccharides d'*A. Vera* extraits (AVGP) contre l'ALD en examinant les mécanismes sous-jacents possibles. L'inflammation induite par l'alcool a également été atténuée par le traitement par l'AVGP via une réduction significative du LPS et du TNF- α , une régulation négative de TLR-4 et MyD88 et une régulation positive d'I κ B- α . L'AVGP exerce un puissant effet protecteur contre les lésions hépatiques chroniques induites par l'alcool. L'AVGP peuvent être considéré comme un complément alimentaire puissant dans la prévention de l'ALD (Cui *et al.*, 2014)

5. Activité antidiabétique

Les feuilles de *Ziziphus mauritiana* sont utilisées pour soigner le diabète. Ses feuilles contiennent flavonoïdes, saponosides, tanins, oses et holosides, mucilages, stérols, triterpènes, hétérosides cardiotoniques et leucoanthocyanes. Les polysaccharides sont composés de glucose, des acides galacturonique et glucuronique, de rhamnose et de galactose. L'activité antihyperglycémiant des extraits aqueux des feuilles *Ziziphus mauritiana* a été évaluée sur l'hyperglycémie provoquée par administration orale du glucose chez le lapin. Le macéré aqueux des feuilles à la dose de 150 mg/ kg a provoqué une inhibition de la glycémie après administration du glucose (Diallo *et al.*, 2004).

La phytothérapie peut être associée à tout traitement antidiabétique, et dans le cas des diabètes gras non insulino-dépendants sa place peut être importante, en complément du régime alimentaire qui a un rôle majeur et des médicaments éventuels.

Les critères d'une plante agissant sur le diabète sont : action hypoglycémiant chez le sujet sain et les sujets diabétiques qui induite sur des modèles expérimentaux ou animaux, action diminuant la résistance au glucose, action sur la résorption (importante ou totale) des sucres au niveau de la muqueuse intestinale, sur l'insulinémie, sur l'insulinosécrétion, sur les adipocytes, les myocytes, les hépatocytes, sur la néoglycogénèse. Les plantes hypoglycémiantes sont souvent des plantes à hétéroglycanes (Jouzier et Berké, 2012).

Les herbes officinales, contenant des polysaccharides sont largement utilisées pour le traitement des maladies dans la médecine traditionnelle et moderne, comme *Linum usitatissimum* (lin), utilisé dans le cas de la constipation ou de troubles fonctionnels du colon, action émolliente et calmante (anti-inflammatoire) *d'althaea rosea*, activité hypoglycémique *d'Hibiscus moscheutos*. Ces espèces appartiennent à des familles botaniques caractéristiques, comportant des cellules spécialisées, dites cellules mucilagineuses ou cellules à mucilages sécrétrices de polysaccharides (Boual et al., 2011).

Une étude a été entreprise pour étudier l'effet hypoglycémiant des polysaccharides (PPSC) isolés à partir du calice de *Physalis alkekengi* var. *Franchetii* Makino chez les souris diabétiques induites par l'alloxane. Sept fractions de polysaccharides ont été obtenues à travers une colonne de DEAE-52 et une colonne de gel Sephadex G-100 et elles étaient les composés principaux de PPSC. Le traitement par PPSC pourrait prévenir la perte de poids chez les souris diabétiques et entraîner une diminution de la glycémie à jeun (FBG) et de la glycémie (GSP) ainsi qu'une augmentation de l'insuline sérique à jeun d'une manière dose-dépendante. L'examen histopathologique du pancréas a révélé la capacité du PPSC à protéger et à inverser les cellules β contre la nécrose due à la destruction de l'alloxane chez les souris diabétiques. Le PPSC possède une activité antidiabétique significative, telle qu'évaluée en utilisant un modèle de souris diabétiques alloxanisées.

Le PPSC pourrait être un candidat prometteur pour le développement d'un nouvel agent antidiabétique (Guo et al., 2017).

L'étude des polysaccharides issus des feuilles *d'Oudneya africana* montre qu'est une plante spontanée à caractère médicinal. La détermination de la composition globale de l'extrait polysaccharidique obtenu, par des dosages colorimétriques, montre des oses totaux, des oses neutres et des protéines. L'étude de la composition en monosaccharides par chromatographie sur couche mince a montré la présence d'arabinose, d'acide galacturonique, de galactose, de glucose et de xylose. L'intensité des spots observés laisse suggérer la présence d'un polysaccharide hémicellulosique de type arabinane. Le test de l'activité antidiabétique, évalué par la mesure du pouvoir inhibiteur de l'enzyme α -D-glucosidase, montre que l'extrait des polysaccharides hydrosolubles a un faible pouvoir inhibiteur de cet enzyme (Mehellou *et al.*, 2018).

6. Activité antioxydant

Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif (Ouibrahim, 2015).

Les défenses antioxydants reposent sur des systèmes enzymatiques (superoxydes dismutases [SOD], catalase, glutathion peroxydase) et non enzymatiques (vitamines C et E, polyphénols, etc.). Le système de détection est basé sur le peroxyde d'hydrogène produit par une famille d'enzymes : les superoxydes dismutases.

Le stress oxydant est impliqué dans différentes pathologies aiguës ou chroniques, mais les traitements antioxydants n'ont pas encore démontré une grande efficacité jusqu'à ce jour. Quelques données récentes semblent indiquer qu'un degré modéré de stress oxydant pourrait contribuer à amplifier les capacités antioxydants (Leverve, 2009).

Les Polysaccharide extrait de *Chenopodium quinoa* (CQP) purifié présentait un effet antioxydant significatif contre la DPPH et l'ABTS, avec une efficacité encore plus élevée que certains autres polysaccharides signalés (Hua *et al.*, 2017).

Un polysaccharides brut soluble dans l'eau, obtenu à partir de fleur de thé (*camellia sinensis*), deux fractions polysaccharidiques ayant une activité antioxydant, La fraction au poids moléculaire le plus bas présentait les activités antioxydants les plus élevées et pourrait être explorée comme un nouvel antioxydant potentiel (Quan *et al.*, 2011).

D'exopolysaccharide (EPS) isolée à partir de *Sichuan paocai* deux fractions d'EPS (EPS-1 et EPS-3.représentent deux hétéro-polysaccharides, EPS-1 constitués de mannose, glucose, galactose, arabinose, xylose et rhamnose, tandis que EPS-3 constitués de galactose, mannose, glucose et arabinose.l'étude *in vitro*, montre que ces deux fraction (EPS-1 et EPS) de fortes activités de piégeage sur trois types de radicaux libres et une puissance réductrice, et les activités antioxydants d'EPS-1 étaient significativement plus fortes que celles d'EPS-3 (Zhu *et al.*, 2018).

Un polysaccharide hydrosoluble de poids moléculaire moyen de $1,92 \times 10^5$ Da est isolé à partir du fruit du gombo, contenant mannose, galactose, arabinose, xylose, fructose et rhamnose. Des essais *in vitro* révélé que ce polysaccharide possède une activité antioxydant contre les radicaux DPPH, hydroxyle et anions superoxydes (Wang *et al.*;2018).

Les polysaccharides bruts provenant des fleurs du théier *Camellia sinensis* (TFPS) ont été préparés avec de l'eau chaude et ensuite fractionnés sur une chromatographie sur cellulose DEAE-52 pour obtenir trois fractions purifiées de TFPS-1, TFPS-2 et TFPS-3. Ensuite, leur structure préliminaire, l'activité antioxydant. Comparé à TFPS2 et TFPS-3, TFPS-1 avait une teneur relativement plus élevée de sulfate et une composition de monosaccharide relativement compliquée. En outre, TFPS-1 et TFPS-3 ont montré une activité antioxydant et une activité inhibitrice relativement plus forte sur la croissance des cellules BGC-823 du cancer gastrique humain.

Le TFPS devrait être un polymère naturel puissant avec des activités antioxydants (Xu *et al.*, 2012).

7. Activité antiviral

Les maladies infectieuses virales mettent gravement en danger la santé humaine. Dans la recherche de médicaments antiviraux efficaces, les chercheurs ont trouvé que les polysaccharides ont une bonne activité antivirale. En tant que composant antiviral efficace et peu toxique, les polysaccharides ont de larges perspectives d'utilisation médicinale et méritent d'être étudiées plus avant (Chen et Hukan, 2018).

Le virus de l'entérite à canard (DEV) de la famille des Herpesviridae est l'une des principales maladies chez la sauvagine. Un nouveau polysaccharide sulfaté de *Chuanminshen violaceum* (SCVPS), qui présente une activité antivirale significative contre DEV. La sCVPS est plus efficace que l'héparane sulfate. Le SCVPS et l'HS inhibent l'activité virale en empêchant l'adsorption du virus avec des valeurs IC_{50} comprises entre 82,83 $\mu\text{g} / \text{mL}$ et 109,28 $\mu\text{g} / \text{mL}$ pour le SCVPS et 150,22 $\mu\text{g} / \text{mL}$ pour le HS. Qui a révélé que les deux SCVPS et HS peuvent réduire de manière significative tous les virus attachés aux cellules. SCVPS a également empêché la propagation de cellule à cellule de DEV. Ces résultats indiquent que les SCVPS sont plus efficaces que les HS en tant qu'agents antiviraux contre DEV (Song *et al.*, 2013).

Le polysaccharide, PSP-2B, a été isolé à partir d'extraits aqueux de *Prunellae Spica* La PSP-2B, Les principaux sucres comprenant PSP-2B sont l'arabinose, le galactose et le mannose. La PSP-2B présente une activité contre le virus de l'herpès simplex (HSV), avec une concentration inhibitrice demi-maximale (CI_{50}) d'approximativement 69 $\mu\text{g} / \text{ml}$ pour HSV-1 et 49 $\mu\text{g} / \text{ml}$ pour HSV-2. Cependant, PSP-2B n'a pas montré de cytotoxicité même lorsque sa

concentration a été augmentée à 1600 µg / ml, suggérant qu'il a un potentiel en tant que candidat-médicament anti-HSV (Ma *et al.*, 2016).

8. Activité anticoagulante

L'espèce d'algue rouge, *Corallina*, L'analyse des oligo-éléments a montré que *Corallina* était riche en galactanes sulfatés et carraghénane Les deux extraits présentaient un effet anticoagulant, mais les galactanes sulfatés étaient moins puissants que le carraghénane (Sebaaly *et al.*, 2014).

La sulfatation homogène de la cellulose de la bagasse (BC) avec l'acide chlorosulfonique-diméthylformamide a été réalisée dans un liquide ionique, le chlorure de 1-butyl-3-méthylimidazolium. Le BCS sulfaté a atteint une activité anticoagulante significative, provoquant une prolongation dose-dépendante du temps de coagulation et une inhibition des activités FIIa et FXa dans le plasma humain (Wang *et al.*, 2009).

Les polysaccharides BSP-1a, BSP-1b, BSP-2 et BSP-3 isolée à partir des graines de mûres ont été extraits, purifiés. Les activités anticoagulantes ont été évaluées *in vivo*, Les résultats suggèrent que BSP-1b, BSP-2 et BSP-3 ont un effet inhibiteur sur la formation de thrombus, et les effets antithrombotiques sont associés à la régulation de la substance active de l'endothélium vasculaire, active le flux sanguin et l'effet anticoagulant (Wang *et al.*, 2017).

Deux polysaccharides sulfatés, désignés MP et SP, ont été extraits de l'algue verte marine *Enteromorpha linza*. Les activités anticoagulantes de MP et SP ont été examinées en déterminant leur temps de thromboplastine partielle activée (APTT), le temps de thrombine (TT) et le temps de prothrombine (PT) en utilisant du plasma humain. MP Constitués principalement de rhamnose, xylose et d'acide glucuronique, alors que SP contenait de galactose. Les poids moléculaires approximatifs de MP et SP étaient de 535 et 502 kDa, respectivement. Le MP est une source potentielle d'anticoagulant, et la différence dans les activités anticoagulantes des deux polysaccharides sulfatés est directement liée à la divergence de leurs caractéristiques chimiques (Xiaohui *et al.*, 2013).

Les héparines non fractionnées ou de bas poids moléculaire et les antivitamines K ont dominé la scène pendant plusieurs décennies. Ils agissent sur plusieurs facteurs de la coagulation. De nouveaux médicaments issus de la synthèse chimique et dirigés vers une cible spécifique, principalement la thrombine et le facteur Xa ont été développés. L'espoir de produits plus sûrs

d'utilisation, plus efficaces, actifs par voie orale, et moins contraignants en matière de surveillance biologique est apparu. Outre le fondaparinux et la lepirudine déjà commercialisés depuis quelques années, deux nouvelles molécules, le dabigatran etexilate et le rivaroxaban. Elles ne nécessitent pas de surveillance biologique systématique, mais des tests capables d'évaluer leur activité anticoagulante ont été étudiés. Un petit nombre de tests standardisés doit être rendu disponible (Samama et Depasse., 2009).

9. Activité probiotique

Le terme de prébiotiques, introduit plus récemment par Gibson et Roberfroid désigne des additifs, ou des ingrédients alimentaires non digestibles qui affectent de façon bénéfique l'hôte en stimulant sélectivement la croissance ou l'activité de certaines bactéries du colon (Dupont ,2011).

Deux fraction de polysaccharides (RP1 et RP2) sont isolés et purifiés à partir du *colza*, leur effet prolifératif sur les bifidobactéries et les lactobacilles et la production d'acide des probiotiques résultants in vitro ont été étudiés. Les résultats ont montré que RP1 et RP2 stimuler significativement les probiotiques testés pour proliférer et produire des acides organiques. Ces résultats suggèrent clairement que les polysaccharides issus du colza pourraient être exploités en tant que nouveaux prébiotiques (Wang *et al.*, 2015).

L'extrait de polysaccharides hydrosolubles des feuilles de *Plantago notata Lagasca* (Plantaginaceae), des oses constitutifs des polysaccharides hydrosolubles donne galactose, rhamnose, glucose, et arabinose et d'acide galacturonique. L'hydrolysats partiel des polysaccharides hydrosolubles stimule de manière significative la croissance de la souche *Lactobacillus casei*, avec une activité inférieure à celle du mélange de RP95, prébiotique de référence. L'hydrolysats est sans effet sur la souche *Escherichia coli*. L'action prébiotique d'hydrolysats partiel des polysaccharides hydrosolubles sur *Lactobacillus casei*, est appréciable (Boual *et al.*, 2015).

Les polysaccharides hydrosolubles des feuilles *d'Asphodelus tenuifolius Cavan* (Liliaceae), *tenuifolius* sont des hétéropolysaccharides acides. L'analyse par chromatographie échangeuse d'anions de haute performance à détecteur ampérométrique pulsé des oses constitutifs montre une prédominance de mannose et de glucose suivie de l'acide glucuronique et d'arabinose. Le rhamnose et le xylose sont présents à faible pourcentage, L'hydrolysats partiel de l'extrait stimule de manière significative la croissance de *Klebsiella pneumoniae* et l'action

périodique des oligosaccharides issus de ces hydrolysats sur cette souche est notable (Boul *et al.*, 2011).

10. Activité antimicrobienne

Activités antibactériennes et immunomodulatrices d'extraits d'algues vertes riches en polysaccharides sulfatés Les antibiotiques sont utilisés depuis longtemps dans la production porcine pour protéger les animaux contre les agents pathogènes. Les algues marines contiennent dans leur paroi cellulaire des polysaccharides sulfatés solubles dans l'eau avec des activités biologiques potentielles telles que des activités anticoagulantes, antivirales, antibactériennes et immunomodulatrices qui sont explorées pour être utilisées comme une alternative efficace aux antibiotiques.

Un extrait brut contenant des polysaccharides sulfatés a été préparé à partir de l'algue verte *Ulva armoricana* récoltée en Bretagne et testé pour son activité antibactérienne contre cinq souches de pathogènes bactériens: *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli O78* et *E. coli K88*. L'extrait était plus efficace pour inhiber la croissance de *L. monocytogenes*, *E. coli k88* et *E. coli O78*.

L'extrait avait une activité antibactérienne contre des agents pathogènes rencontrés dans les élevages. Cet extrait pourrait donc être utilisé dans l'alimentation des animaux d'élevage pour inhiber la croissance de certaines bactéries et stimuler la réponse immunitaire pour augmenter la résistance des animaux aux infections et réduire l'utilisation des antibiotiques (Berri *et al.*, 2015).

L'évaluation du pouvoir antibactérien, par la technique de diffusion en disque sur l'agar, de la gomme arabique d'*Acacia tortilis* contre quelques souches bactériennes responsables d'infections urinaires basses et génitales chez la femme.

Le pouvoir antibactérien de l'extrait aqueux à base de la gomme arabique a montré que l'apparition des zones d'inhibition est proportionnellement liée à l'augmentation de la concentration de l'extrait aqueux. Cependant, les bactéries à Gram négatif possèdent une forte résistance par rapport à celles à Gram positif. L'extrait aqueux riche en polysaccharides testé

Possède un effet antibactérien non négligeable, ce qui laisse prévoir leur application en médecine traditionnelle la gomme arabique largement utilisée en médecine traditionnelle par la

population ciblée par l'étude, possède un potentiel antibactérien moyen. Par conséquent, elle pourrait fournir la source de candidats médicaments biologiquement actifs et peut donc être un agent thérapeutique en prévenant ou en guérissant les maladies infectieuses.

L'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de la gomme arabique est probablement effective grâce aux différents agents chimiques présents dans cet exsudat polysaccharidique y compris la saponine, les huiles essentielles, le tanin, les flavonoïdes, les polyphénols et les alcaloïdes et la teneur élevée en terpènes. La gomme arabique contient aussi plusieurs types d'enzymes telles que les oxydases, les peroxydases et les pectinases, dont certains ont des propriétés antimicrobiennes (Benyagoub *et al.*, 2016).

Les galactanes sulfatés possédaient une activité inhibitrice ainsi qu'une activité bactéricide contre toutes les souches à Gram positif testées (*Enterococcus faecalis* ATCC 29212 et *Staphylococcus epidermidis* CIP 444). le carraghénane était seulement capable d'inhiber la croissance de *S. epidermidis* avec une concentration inhibitrice minimale (CMI) de 0,325 mg / mL. En outre, la spectroscopie infrarouge (IR) a révélé que le carraghénane isolé était de type Lambda. *Corallina* pourrait donc être considérée comme une source potentielle de molécules bioactives pouvant être utiles au développement de nouveaux agents pharmaceutiques (Sebaaly *et al.*, 2014).

11. Activité laxative

Les polysaccharides extrait à partir de *Dendrobium officinale* (DOP) et surnageant (DOS) pour étudier les ingrédients laxatifs et le mécanisme chez les souris normales et constipées induites par le diphénoxylate ou le jeûne de l'eau. Le poids moléculaire et les composants de la DOP ont été déterminés par HPGPC, HPLC et LC-MS. Le DOP était principalement composé de d-mannose et de d-glucose avec un poids moléculaire de 8404Da. DOP (29, 57, 114 mg / kg, par exemple) présentait un effet laxatif appréciable chez les souris normales, tandis que DOS (35, 70, 140 mg / kg, par exemple) ne présentait pas.

Le DOP a significativement amélioré le taux de transit gastro-intestinal; récupéré les caractéristiques de la production fécale; évidemment augmenté les niveaux de gaz, MTL, AChE et SP; et réduit les niveaux de SS chez les souris constipées. le DOP est le composant laxatif de *D. officinale* et peut être utilisé comme un régime alimentaire diététique pour la constipation dans la vie quotidienne (Luo *et al.*, 2017).

Conclusion

Conclusion et perspectives

De nombreuses plantes utilisées en médecine pour traiter différentes maladies contiennent des polysaccharides qui ont une activité biologique spécifique. Cependant, ces études restent insuffisantes pour comprendre pleinement tous les polysaccharides présents dans la nature

Les polysaccharides font l'objet de beaucoup de travaux de recherche, mais la grande majorité est axée sur la caractérisation moléculaire et les propriétés rhéologiques des produits finis.

Les polysaccharides utilisés comme agents émulsifiants, épaississants et stabilisateurs dans les industries alimentaires. Leurs propriétés antidéabétiques, antivirales et anti-inflammatoires ...

Les polysaccharides confèrent une valeur appréciée sur tout en pharmacie et en médecine. Cependant, au vu des qualités que peut présenter ces substances, les industries s'attachent encore à développer de nouvelles applications plus productives et de qualité.

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 biologique des polysaccharides surtout ceux d'origines des plantes, afin d'augmenter l'utilisation des remèdes naturelles dans les domaines médicaux et alimentaires.

Résumé

Résumé

Les polysaccharides sont des biomolécules formées par l'union d'un grand nombre de monosaccharides. Les polysaccharides existent dans la nature sous forme nombreuses espèces, les polysaccharides peuvent être d'origine végétale (amidon, cellulose, gomme), d'origine Algues (Alginat), et peuvent être Extrait de champignons (chitine).

Les polysaccharides assure de nombreuses fonctions biologiques sont utilisées comme réserves énergétiques et structural, utilisées dans des nombreuses industries, notamment les cosmétiques, les produits pharmaceutiques, la médecine

Dans ce travail, nous présentons des études sur certain extrait des polysaccharides qui sont largement utilisés dans la médecine, il existe une relation entre la composition chimique de ces polysaccharides et leurs fonctions biologiques, telle que les antioxydants, les anticancéreux, les hépatoprotéctrices et les antidiabétiques

Mots clés : polysaccharides, antioxydants, anti inflammatoire, immunomodultrice

Abstract

Polysaccharides are vital molecules made up of a large number of monosaccharides. Many polysaccharides in nature and be isolated from different origin, starch (in plants) and glycogen (in animals) and alginate (algae) and chitin (in fungal).

Many sugars provide many biological functions. They are used as energy source structural reserves, used in many industries, notably cosmetics, pharmacy, medicine.

In this work, we present the studies of plant extracts polysaccharides, which are widely used in medicine, So that there is a relationship between the chemical composition of these sugars and their biological functions, which are widely used in medicine, which are widely used in medicine as therapeutic agents such as antioxidants, anticancer drugs, liver disease protectors, and anti-diabetics

Key words: polysaccharides, antioxydantes, anti inflamatory, immunomodulatory.

المخلص

عديدة السكاكر هي عبارة عن جزيئات حيوية تتكون من اتحاد عدد كبير من السكريات الأحادية ، تنتشر في الطبيعة بشكل واسع، في النباتات (النشاء، السيليلوز ، الصمغ)، في الطحالب، كما يمكن ان تكون مستخلصة من الفطريات (الكيتين).

تأمن عديدة السكاكر العديد من الوظائف البيولوجية فهي تستعمل كمصدر للطاقة، تدخل في تركيب الانسجة، تستخدم في الكثير من الصناعات من ابرزها صناعة مستحضرات التجميل، في مجال الصيدلة، كذلك الطب

من خلال هذا العمل تم تقديم نتائج بعض الدراسات للأشطة البيولوجية لمتعددة السكاكر المستخلصة من مصادر مختلفة بحيث توجد علاقة بين التركيب الكيميائي لهذه السكريات ووظائفها البيولوجية، والتي تستخدم على نطاق واسع في الطب كعوامل علاجية مثل مضادات الأكسدة ، مضادات السرطان ،واقبات من امراض الكبد ، ومضادات السكري

الكلمات المفتاحية : عديدة السكاكر ، التأثير المضاد للاكسدة، التأثير المضاد للالتهاب ، الاستعمالات المناعية

Références bibliographiques

A

Alais C, Linden G, et Miclo L. (2008). Biochimie alimentaire. 6eme Ed: Dunod. P: 40.

B

Beamont S. (2005). Objectif concours PCEM1 Biochimie. Dunode, Paris. P : 43.

Beamont S. (2015). Biochimie. UA1. 1 ère année santé. 4ème Ed: Ediscience. P : 52-53.

Benasala A ;(2012). Production d'exopolysaccharides par des souches de lactobacilles. these de magister en biotechnologie université d'orane. option : Ecosystemes microbiens complexe. P : 18.

Benyagoub E, Boulanouar A, Souid ahmed M, Nebbou N & Bouloufa A. (2016). Essai d'évaluation de l'activité antibactérienne de la gomme arabique d'Acacia tortilis (Forssk) contre quelques souches bactériennes pathogènes. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. Vol : 85. P : 237 – 250.

Berg J M, Tymoczko J L, Stryer L , Gregory J, et Gatte Jr. (2012). Biochimie .6 ème Ed: Medicine sciences publications. P: 328.

Berri M, Slugocki C, Olivier M ,Holbert S Helloin E .Jacques I, Salmon h , Nyvall collen P, Le goff M, et Demais H. (2015). L'activité antibactérienne et immunomodulatrice d'un extrait d'algue verte riche en polysaccharides sulfatés. Journées Recherche Porcine, Vol : 47. P : 309-310.

Bichon. (1998). Ganoderma lucidum these de doctorat. Vuniversité de France. P : 142-143.

Bleicher-Bardeletti F, Duclos b, et Vamecq J. (2014). Biochimie tout le cours en fibres hience. PAces- UE1 –CARES. Dunod. P : 30-33.

Boual Z, Chouana T, Kemassi A, Hamid Oudjana A, Daddi Bouhoun M, Michaud P, et Ould El Hadj M D. (2015). Étude physicochimique et biologique des polysaccharides hydrosolubles de Plantago notata Lagasca (Plantaginaceae). Vol 13(6). P : 396–402.

Boual Z, kemassi A, Michaud Ph et ould el hadj D M. (2011). Caractérisation partielle des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'Asphodelus tenuifolius Cavan (Liliaceae): effet prébiotique des oligosaccharides issus de l'hydolyse des polysaccharides. Algerian journal of arid environment. vol : 1(2). P : 53.

Bruneton J. (2009). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4ème Ed : Lavoisier. P : 45.

Bruneton. J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4eme Ed. P : 40-59.

C

Chen L et Huang G. (2018). The antiviral activity of polysaccharides and their derivatives. Journal of Biological Macromolecule. Vol: 115. P: 77-8.

Chen Y, Xie M, Nie S et Li Ch. (2008). Purification; composition analysis and antioxydant activity of a polysaccharide form the fruiting bodies of *Ganoderma atrum*. Food chemistry. Vol: 107(1). P: 231-241.

Cheng H et Huang G. (2018). Extraction, characterisation and antioxidant activity of *Allium sativum* polysaccharide. Journal Biol Macromol. Vol : 114. P: 415-419.

Chouana T. (2017). Caractérisation structurale et activités biologiques des Polysaccharides d'*Astragalus gombo bunge* thèses de doctorat. Université Kasdi Merbah d'Ouargla. P: 1.

Cui Y, Ye Q, Wang H, Li Y, Yao W, et Qian H. (2014). Hepatoprotective potential of Aloe vera polysaccharides against chronic alcohol-induced hepatotoxicity in mice. J Sci Food Agric. Vol : 94. P : 1764–1771.

Coutouly G, Klein E, Barblieri E, Kriat M. (2012). travaux dirigés de biochimie, biologie moléculaire et bioinformatique. 4^{ème} éd : Doin. P : 37

D

Delaunay J. (1988). Biochimie. Hermann Editeurs des sciences des Arts. P : 75.

Dhanes B, Mhooper. N, et Houghton J D. (2000). Essentiel en biochimie. P: 258.

Diallo D, Sanogo R, Yasambou H, Traoré A, Coulibaly K, et Maïga A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. Comptes Rendus Chimie. Vol : 7. P: 1073-1080

Dou CH, Zhang B, Han M, Jin X, Sun, et Li T. (2017). Activité antitumorale des polysaccharides extraits de *Senecio scandens* Buch, - Racine de Ham sur le carcinome hépatocellulaire. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. Vol : 16 (1): 43-49.

Dupont C. (2011). probiotiques et prébiotiques. Journal de Pédiatrie et de Puériculture. Vol: 14(2). P : 77-81.

G

- Gloaguen V, krausz P. (2008).** Propriétés anti inflammatoires du polysaccharide capsulaire produit par la cyanobactérie thermophile *mastigocladus laminosus*. Press Therm Climat. P: 135-141
- Gotez P, Stoltz P, et Delaporte D. (2009).** le Ginseng. vertus thérapeutique d'une plante adaptogène. springer. P85
- Guilloton M, Quintard B et Gallet P. (2013).** Biochimie. 3eme Ed: Dunod, Paris. P: 100-104
- Guo Y, Li S, Li J, Run Z, chen S, et wange X. (2017).** Activité anti-hyperglycémique des polysaccharides du calice de *Physalis*. Activité anti-hyperglycémique des polysaccharides du calice de *Physalis alkekengi* var. *Franchetii* Makino sur des souris induites par l'alloxane. Int J Biol Macromol. Vol : 99. P : 249-257.

H

- Hadj Ammar H, Majdoub H, Lajili S, Ben Said R, Le Cerf D, et Bouraoui A. (2015).** Caractérisation physico-chimique et évaluation pharmacologique des polysaccharides sulfatés de trois espèces d'algues brunes méditerranéennes du genre *Cystoseira*. Vol: 23(1).
- Hennen G. (2006).** Biochimie approche bioénergétique et médicale. 4ème Ed : Dunod. P : 17-18.
- Hons. (2012).** une introduction à la biochimie. Céfal. P : 108-109.
- Hua Y, Zhangb J, Zoua L, Fub C, Lic P, Zhaoa G. (2017)** .Caractérisation chimique, antioxydante, immuno-régulatrice et anticancéreuse d'un nouveau polysaccharide bioactif issu de graines de *Chenopodium quinoa*. International Journal of Biological Macromolecules. Vol: 99. P 622-629

J

- Jiao G, Yu G, Zhang J, and H. Stephen Ewart. (2011).** Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae. Mar Drugs. Vol: 9(2). P: 196–223.
- Jouzier É et Berké B. (2012).** Diabète et philatélie II – Plantes hypoglycémiantes. Pharm. Bordeaux. Vol : 151. P:141-170.

L

- Liu Y, Sun Y et Huang G. (2018).** Preparation And Antioxydant Activites Of Important Traditional Plant Polysaccharides. *Int J Biological Macromolecules*. Vol : 111. P : 780-786
- Louisot P. (1989).** Biochimie générale et médicale. Ed : SIMEP. P : 112.
- Luo D, Qu C, Lin G, Zhang Z, Xie J, Chen H, Liang J, Li C, Wang H, et Su Z. (2017).** Character and laxative activity of polysaccharides isolated from *Dendrobium officinale*. *Journal of functional food*. Vol: 34. P: 106-117.
- Leverve X. (2009).** Stress oxydant et antioxydants. *Cahies de nutrition et de diététique*. Vol : 44(5). P : 219-224.

M

- Ma FW, Kong SY, Tan HS, Wu R, Xia B, Zhou Y, et Xu HX. (2016).** Spica Structural characterization and antiviral effect of a novel polysaccharide PSP-2B from *Prunellae*. *Carbohydr Polym*. Vol: 152. P: 699-709.
- Mehellou Z, boual Z, Addoun N, Chakou F Z, michaud PH et ould el hadj M D. (2018).** Activité antidiabétique des polysaccharides hydrosolubles des feuilles d'*oudneya africana* r. Br. Récoltée au sahara septentrional est algérien. Depot institutionnel de l'Université Kasdi Merbah Ouargla UKMO.
- Moussard. (2006).** Biochimie et biologie moleculaire. UE1 première année des études de santé, Boecla. P : 57-60.

N

- Ndiaye M, SY Gy, Dièye AM, TOURÉ MT, FAYE B. (2006).** Evaluation de l'activité anti-inflammatoire de feuilles d'*annona reticulata* (annonaceae) sur l'œdème aigu de la patte de rat indidit par la carragénine. *Pharm. Méd. Trad. Afr*. Vol: 14. P. 179-186.
- Nie C, Zhu P, Ma S, Wang M, et Hu Y. (2018).** Purification, characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from stem lettuce. *Carbohuydrate bolymers*. Vol: 8617(18).

Q

- Ouibrahim A, (2015).** Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatique (*Laurus nobilis* L, *ocimum basilicum* L et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse de doctorat université Badji mokhtar- Annaba.
- Quentin F, Gallet P, Guillolon M, et Quintard B. (2011).** Biochimie En 83 fiches. Dunod, paris. P : 152.
- Quan H, Qiong-yao Y, chang-yun S, Ze -jie L, et Pu -Ming H. (2011).** Structural characterization and antioxidant activities of 2 water soluble polysaccharide fractions purified from Tea (*camellia sinensis*) flower. Institute of food Technologists. Vol: 76(3). P: 462-471.

P

- Pal A, Das D, Kumar, Sarkar A, Ghorai S, et Dasr. (2015).** Synthesis of glucogen and poly (acrylic acid)-based graft copolymers via ATRP and its application for selective removal of Pb^{2+} ions from aqueous solution. European Polymer Journal, vol: 66. P: 33-46.
- Petera B. (2017).** Extraction et caractérisations Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. (structurale et physico-chimique) de polysaccharides hydrosolubles issus de cladoces de *Cereus triangularis* These de doctorat. P : 59.
- Posocco B, Dreussi E, Santa J, Toffoli G, Abrami M, Musiani F, Grassi M, Farra R, Tonon F, Grassi G, et Dapas B. (2015).** Polysaccharides for the Delivery of Antitumor Drugs .materials. Vol: 8. P: 2569-2615.

R

- Reis D, vian B, et Bajou C. (2006).** Le monde des fibres. Éd : Belin. P: 305. Biochimie alimentaire. 6 eme édition de l'abrégé : Dunod. P : 40
- Rinaudo M. (2014).** Biomaterials based on a natural polysaccharide: alginate. Vol: 17 (1). P: 92-96.
- Rioux L, (2010).** Caractérisation structurale et évaluation de l'activité biologique de polysaccharides extraits de *saccharina longicruris* Thèse de doctorat présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval. P : 33.

S

Sablonnière B avec des enseignants de médecine et le collège national des facultés. (2006).

Biochimie et biologie moléculaire. Omniscience. P : 78-79.

Samama M et Depasse F. (2009). Des anciens aux nouveaux anticoagulants : le rôle du biologiste. V : 67(5). P : 525-534.

Sanchez M-P. (2006). Polysaccharides ayant une activité immunomodulatrice chez les champignons indigènes du Québec. Thèse de doctorat à la Faculté des Études Supérieures de l'Université Laval. P: 11-13.

Sebaaly C, Kassem S, Grishina E, Kanaan H, Sweidan A, Chmit M. S, et Kanaan H.S.

(2014). Anticoagulant and antibacterial activities of polysaccharides of red algae *Corallina* collected from Lebanese coast. Journal of Applied Pharmaceutical Science. Vol: 4(4). P: 30-37.

Shekarforoush E, Faralli A, Ndoni S, Mendes A, et Chronakis I. (2017). Electrospinning of Xanthan Polysaccharide. Macromolecular Materials and Engineering .vol: 302(8).

Sinquin C et Collic-jouault S. (2014). Les polysaccharides marins et leurs applications dans le domaine de la santé. Vol : 50(9). P : 2964-2970.

Song X, Yin Z, Li L, Cheng A, Jia R, Xu J, Wang Y, Yao X, Lv C et Zhao X. (2013).

Antiviral activity of sulfated *Chuanminshen violaceum* polysaccharide against duck enteritis virus in vitro. Antiviral Res. Vol: 92(2). P: 344-351.

T

Talarico LB, Zibetti RG, Faria Pc, Scolaro LA, Dunate ME, Npsela MD et Pujol CA.

(2004). Anti-herpès simplex virus activity of sulfated galactans from seaweeds *gymnogongrus griffithsiae* and *cryptonemia cernulta*. Int J biological Macromolecules. Vol : 34. P: 63-71.

Tourte Y, Bordonnean M, Henry M, et Tourt C. (2005). Le monde des végétales organisations, Physiologie et génomique. Ed : Dunod, Paris. P : 49-50.

Tonon F, Grassi G, et Dapas B. (2015). Polysaccharides for the Delivery of Antitumor Drugs. Materials. J Materials. Vol: 8. P: 2569-2615.

V

Voet D et Voet J. G. (2007). Biochimie 2ème Ed: Boeck. P: 362-366.

Voet D et Voet J. G. (1998). Biochimie. Hermam Editeurs des sciences et des Arts. P: 75.

W

Wang D, Zhao Y, Jiao Y, Yu L, Yang S, et Yang X. (2012). Antioxidative and hepatoprotective effects of the polysaccharides from *Zizyphus jujube cv. Shaanbeitanzao*. Carbohydrate polymers. Vol 88(4). P: 1453-1459.

Wang J, Lian P, Yu Q, Wei J et Kang W. (2017). Antithrombotic mechanism of polysaccharides in Blackberry (*Rubus spp.*) seeds. Food et Nutrition Research. Vol: 61(1).

Wang K, Li M, Wen X, Chen X, He Z, Ni Y. (2018). Optimization of ultrasound-assisted extraction of okra (*Abelmoschus esculentus (L.) Moench*) polysaccharides based on response surface methodology and antioxidant activity. Int J Biol Macromol .Vol:114. P: 1056-1063.

Wang X, Huang M, Yang F, Sun H, Zhou H, Guo Y, Wang X, et Zhang M, (2015). Rapeseed polysaccharides as prebiotics on growth and acidifying activity of probiotics in vitro. Carbohydrate Polymers. Vol: 125. P : 232-240.

Wang ZM, Li L, Xiao KJ et Wu JY, (2009). Homogeneous sulfation of bagasse cellulose in an ionic liquid and anticoagulation activity. Bioresource Technology.Vol: 100(4), P: 1687-1690.

Wang Z, Xie J, Yujiao Y, Zhang F, Shengnan W, Wu T, Shen M et Xie M. (2017). Sulphated *Cyclocarya paliurus* polysaccharides significantly reduce inflammation and oxidative damage in macrophages and lipopolysaccharide-treated macrophages. Scientific Reports. Vol: 7. (40402).

Weil. J. (2009). Biochimie générale .11ème Ed : Dunod. P : 213-215.

Weil J. (1997).Biochimie général. 8 ème ed. Masson, paris. P : 164.

Weinman S et Méhul.P. (2004).Tout la biochimie. Dunod. P : 70-73.

X

Xiao J, E C Liang Y P Ching, Chang R C C, M L Fung, Xu A M, So K F, et Tipoe G L. (2013) Les polysaccharides de *Lycium barbarum* protègent le foie des rats contre les blessures induites par la stéatohépatite non alcoolique. Diabète Nutr. Vol 3 (7).

Xiaohui Qi, Wenjun Mao, Yin Chen, Yanli Chen, Chunqi Zhao, Na Li et Wang C. (2013). Chemical characteristics and anticoagulant activities of two sulfated polysaccharides from *Enteromorpha linza*(Chlorophyta). Journal of Ocean University of China .Vol:12(1). P:175-182

Xu R, Ye H, Sun Y, Tu Y, et 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. P:2473–2480.

Y

Yue Y, Li Z, Li P, Song N, Li B, Lin W, Liu S. (2018). Antiviral activity of a polysaccharide from *Laminaria japonica* against enterovirus 71. Biomed Pharmacother. Vol: 96. P: 256-262.

Z

Zhang F, Shi J, Thakur K, Hu F, Zhang J G, et Wei Z J. (2017). Potentiel anti-cancéreux des fractions de polysaccharides extraites de la drêche de graine de pivoine sur diverses lignées de cellules cancéreuses humaines via l'arrêt du cycle cellulaire et l'apoptose. Front pharmacol. Vol :3(8). P:102.

Zhu Y, Wang C, Jia S, Wang B, Zhou K, Chen S, Yang Y et Liu S. (2018). Purification, characterization and antioxidant activity of the exopolysaccharide from *Weissella cibaria* SJ14 isolated from Sichuan paocai. Journal Biol Macromol. Vol: 115. P: 815-820.

<p><i>Présenté et soutenu par:</i></p> <p>Djafar samia Mezerrege ilhem</p>	<p><i>Date de soutenance:</i></p> <p>Le : 27-06-2018</p>
<p align="center">Diplôme de Master en Toxicologie et santé</p>	
<p align="center"><i>Les activités biologiques des polysaccharides</i></p>	
<p>Résumé :</p> <p>Les polysaccharides sont des biomolécules formées par l'union d'un grand nombre de monosaccharides. Les polysaccharides existent dans la nature sous forme nombreuses espèces, les polysaccharides peuvent être d'origine végétale (amidon, cellulose, gomme), d'origine Algue (Alginat), et peuvent être Extrait de champignons (chitine).</p> <p>Les polysaccharides assure de nombreuses fonctions biologiques sont utilisées comme réserves énergétiques, utilisées dans des nombreuses industries, notamment les cosmétiques, les produits pharmaceutiques, la médecine</p> <p>Dans ce travail, nous présentons des études sur certain extrait des polysaccharides qui sont largement utilisés dans la médecine, l existe une relation entre la composition chimique de ces polysaccharides et leurs fonctions biologiques, telle que les antioxydants, les anticancéreux, les hépatoprotectrices et les antidiabétiques</p>	
<p>Mots clés : polysaccharides, antioxydants, anti inflammatoire, immunomodultrice</p>	
<p>Jury d'évaluation :</p> <p>Président du jury : Lalaoui K (président - UFM Constantine).</p> <p>Rapporteur : Dehli N (MC- UFM Constantine).</p> <p>Examineurs : Zouaghi y (MCA- UFM Constantine).</p> <p>Boubekri N (MAA-UFM Constantine).</p>	