



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث 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 et Santé

Intitulé :

**Des polysaccharides extraits des végétaux
et le système immunitaire**

Présenté et soutenu par : Rouabah Kenza

Le : 15 /06/2015

Boukandoul Besma

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mm. S. Amedah (Pr- UFM Constantine).

Rapporteur : Mm. H. Tour (MA- UFM Constantine).

Examineurs : Mr. M. Benrebai (MC- UFM Constantine).

Mm. A. Latreche (MA- U Constantine 2).

**Année universitaire
2014 - 2015**



Remerciement

*Après avoir remercié ALLAH le tout puissant
En préambule à ce mémoire, nous souhaitons adresser nos
remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont
apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce
mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année.*

*Nous tenons à remercier sincèrement Mm : Tour Hanifa,
qui, en tant que Directrice de mémoire, s'est toujours montré
à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de
ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a
bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait
jamais vu le jour,*

*Enfin, On adresse nos plus sincères remerciements à tous nos
proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et
encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.*

Merci à toutes et à tous.



Dédicace

*Je commence ma dédicace au nom du dieu et le salut sur
Mohamed le messenger de dieu*

*J'ai l'honneur de dédie ce modeste travail à vous mes
chers parents **Abd el Madjid** et **Hayat** qui m'avez dirigé et
suivi pondent toutes mes années d'études, vous êtes toujours
là à me consoler, me soulager et m'encourager, mes chers
vous êtes « La cause de ma réussite dans la vie »*

*Je ne pourrai jamais oublier d'exprimer ma profonde
gratitude à :*

*Mes adorables frères et sœurs : Amine et sa femme
Sabrina, Ramzi et sa femme Aïcha, Charif, Meriem, Taki et
Sofiane.*

*Mes neveux et nièces : Norhane, Ahmed louey, Chaïma,
Abd el Djalil.*

Mes chères amies : Meriem et Sara.

Mon binôme : kenza.

Tous ceux qui m'aiment.

Tous ce que j'aime.

Besma





Dédicace

*Je commence ma dédicace au nom du dieu et le salut sur
Mohamed le messager de dieu*

*J'ai l'honneur de dédie ce modeste travail à vous mes
chers parents **Abd el Waheb** et **Khadra** qui m'avez dirigé et
suivi pondent toutes mes années d'études, vous êtes toujours
là à me consoler, me soulager et m'encourager, mes chers
vous êtes « La cause de ma réussite dans la vie »*

*Je ne pourrai jamais oublier d'exprimer ma profonde
gratitude à :*

*Mes adorables frères et sœurs : **Nadjet** et son mari **Nadir**,
Fadila et son mari **Nasser**, **Mohamed** et sa femme **Halima**,
Farid et sa femme **Sara**, **Fayçal** et sa femme **Mounia**, et le
cher frère **Chaouki**.*

*Mes neveux et nièces : **Aymen**, **djadel**, **zakou**, **Akram**,
Zeineb, **Dhoha**, **Aya**, **Douaa**, **Rania**, **Batoul**, **Djourri**, **Anas** et
Nouha.*

*Mon fiancé **Haidar**, Ma belle mère **Fatiha**, Mon beau père
Abd el Fani, Ma belle sœur **Sara** et mes beaux Frères **Samir**,
Raouf et **Ahmed**.*

*Mes chères amies : **Ibtissem**, **Loubna** et **Hanane**.*

*Mon binôme : **Besma**.*

Tous ceux qui m'aiment.

Tous ce que j'aime.

Kenza



SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
CHAPITRE I : Sucres et polysaccharides	
I Définition	2
II Classification des glucides	2
II-1 Les monosaccharides	2
II-2 Les disaccharides	4
II-3 Les oligosaccharides	5
II-4 Les polysaccharides	5
II-4-1 Les homopolysaccharides	5
II-4-2 Les hétéropolysaccharides	8
III Les sources des polysaccharides	8
III-1 Les polysaccharides des animaux	8
III-2 Les polysaccharides des végétaux inférieurs	9
III-2-1 Les polysaccharides des algues	9
III-2-2 Les polysaccharides élaborés par les micro-organisme et champignons	10
III-3 Les polysaccharides des végétaux supérieurs	10
III-3-1 Amidon	10
III-3-2 cellulose	11
CHAPITRE II : Le système immunitaire	
I Définition	12
II Les cellules et les organes du système immunitaire	12
II-1 Les cellules du système immunitaire	12

II-1-1 La lignée myéloïde	13
II-1-2 La lignée lymphoïde	14
II-2 Les organes lymphoïdes	15
II-2-1 Les organes lymphoïdes primaires ou centraux	15
II-2-2 Les organes lymphoïdes secondaires ou périphériques	15
III Les mécanismes de défense	16
III-1 Auto-immune	16
III-2 Le système de défense de l'immunité innée	16
III-2-1 L'immunité à médiation humorale	16
III-2-2 L'immunité à médiation cellulaire	19
III-3 Le système de défense de l'immunité spécifique	22
III-3-1 L'immunité à médiation cellulaire	22
III-3-2- L'immunité à médiation humorale	24
CHAPITRE III : Effet des polysaccharides sur le système immunitaire	
I Effet des polysaccharides sur le système immunitaire	28
I-1 Des polysaccharides des plantes	28
I-1-1 Des polysaccharides <i>d'Angelica sinensis</i>	28
I-1-2 Des polysaccharides de <i>Salicornia herbacea</i>	29
I-1-3 Des Polysaccharides de <i>Tanacetum vulgare</i>	29
I-1-4 Des polysaccharides de <i>Dendrobium officinale</i>	29
I-1-5 Des polysaccharides du genre <i>Echinaceae</i>	30
I-1-6 Des polysaccharides de <i>Trichilia emitica</i>	30
I-1-7 Des polysaccharides de <i>Biophytum petersianum</i>	30
I-1-8 Des polysaccharides <i>Panax ginseng</i> (Araliacées)	31
I-1-9 Des polysaccharides <i>Opilia celtidifolia</i>	31
I-1-10 Des polysaccharides la baie de goji	31

I-1-11 Des polysaccharides <i>Glycyrrhiza glabra</i>	32
I-2 Des polysaccharides des champignons	32
I-2-1 Des polysaccharides de <i>Ganoderma lucidum</i>	33
I-2-2 Polysaccharide de <i>Sarcodon aspratus</i>	33
I-2-3 Polysaccharide de <i>Lentinus edodes</i> (<i>Shii-také</i>)	33
I-2-4 Polysaccharide de <i>Cordyceps sinensis</i>	33
I-2-5 Polysaccharide du genre <i>Sclerotium</i>	34
I-2-6 Polysaccharide de <i>Coriolus versicolor</i>	34
I-3 Des polysaccharides d'algues	34
I-3-1 Des polysaccharides de <i>Sargassum pallidum</i>	34
I-3-2 Des polysaccharides de <i>Phaeophyceae</i>	34
I-3-3 Des polysaccharides de <i>spirulina platensis</i> , <i>Aphanzomenon flos-aquae</i> et <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	35
Conclusion	36
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste des figures

Figure 01: La structure chimique des monosaccharides solen le deux types aldose et Cétose	3
Figure 02: La structure chimique des principaux disaccharides	4
Figure03 : La structure chimique de l'amylose	6
Figure04: La structure chimique de l'Amylopectine	6
Figure 05 : La structure chimique de la cellulose	7
Figure 06 : Les composants cellulaires du système immunitaire	13
Figure 07 : Organisation tissulaire du système immunitaire	16
Figure 08 : Les trois voies d'activation du système du complément	19
Figure 09: L'opsonisation et la phagocytose par un anticorps	20
Figure 10: L'opsonisation et la phagocytose par le complément	21
Figure11: Le mécanisme et les phases d'internalisation de particules par la cellule phagocytaire	21
Figure 12: Les molécules du CMH sont des glycoprotéines membranaires	23
Figure 13 : La structure de base d'un antigène	25
Figure 14: Le rôle central des lymphocytes LT4	27
Figure 15 : Section de la racine d' <i>Angelica sinensis</i>	28
Figure 16 : Présentation de <i>Salicornia herbacea</i>	29
Figure 17 : présentation d' <i>Echinacea purpurea</i>	30
Figure 18 : Gravure de <i>Panax ginseng</i>	31
Figure 19 : Présentation de la baie de goji	32
Figure 20 : Présentation de <i>Glycyrrhiza glabra</i>	32
Figure 21 : Présentation de <i>Lentinus edodes</i>	33
Figure 22 : Présentation de <i>Sargassum pallidum</i>	34

Figure 23 : Présentation de : **a.** *Spirulina platensis* **b.** *Aphanizomenon flos-aquae*
c. *Chlorella pyrenoidosa*

Liste des tableaux :

Tableau 01: les différents types d'anticorps

25

Liste des abréviations

AC : Anticorp.

Ag : Antigène.

CAM : Complexe d'Attaque Membranaire.

CD : Cellule Dendritique.

CPA : Cellule Présentatrice d'Antigène.

CR : Complément Receptor.

FcR : Fc Receptor.

GB : Globule Blanc.

HLA : Human Leukocyte Antigens.

Ig : Immunoglobuline.

IL : Interleukine.

INF : Interféron.

LB : Lymphocyte B.

LGL : Lymphocytes Granuleux.

LPS : Lypopolisaccharide.

LT : Lymphocyte T.

MBL: Mannan Binding Lectine.

NK: Natural killer.

OLP: Organes Lymphoïdes Primaires.

PAMP: Pathogen Associated molecular Pattern.

PNN: Polynucléaires Neutrophiles.

PRR: Pattern Recognition Receptor.

Tc: T cytotoxique.

TNF: Tumor Necrosis Factor.

Revue bibliographique

Introduction

Introduction

Des études d'ethnobotanique et ethnopharmacologie ont montré que les extraits végétaux, fongiques et algues ont longtemps été utilisés en phytothérapie traditionnelle dans le monde, et particulièrement les extraits enrichis par les polysaccharides qui représentent une classe très intéressante de produits actifs, et sont identifiés comme des composés multifonctionnels, avec plusieurs activités pharmacologiques, y compris les effets immunostimulant, immunomodulatrice et antitumorales (Angone et al., 2010).

Nous savons que les êtres humains sont continuellement exposés à une variété de micro-organismes pathogènes, et la protection contre ces microbes est réalisée par un ensemble complexe de mécanismes de défense immunitaire. L'immunité innée sert de première ligne de défense essentielle contre les agents pathogènes microbiens et peut également influencer sur la nature de la réponse immunitaire adaptative ultérieure. Les cellules phagocytaires, telles que les macrophages, jouent un rôle clé dans l'immunité innée en raison de leur capacité à reconnaître, de les ingérer, et de détruire de nombreux agents pathogènes par oxydatif et mécanismes non oxydatif (Françoise, 1998 ; Gerald, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

Dans ce contexte, une part importante des recherches s'est concentrée sur les effets physiologiques de ces polysaccharides qui ont clairement démontré des effets bénéfiques pour la santé, et en particulier leurs capacités à stimuler le système immunitaire en accroissant l'activité des cellules et des molécules de système immunitaire (Bruneton, 2009 ; Angone, 2010)

Notre travail s'intéresse à la synthèse bibliographique sur quelques polysaccharides de différentes origines et leurs effets sur le le système immunitaire.

Chapitre I

Sucres et polysaccharides

Sucres et polysaccharides

I- Définition

Les glucides ou saccharides sont des composés énergétiques essentiels pour tous les organismes vivants (animaux, végétaux, microorganismes) (Percheron *et al.*, 1981 ; Voet et Voet, 2005 ; Bruneton, 2009). Ce sont des éléments de stockage et de transport de l'énergie, interviennent également comme élément de structure et soutien cellulaire. Ils forment une classe de composés naturels qui contiennent un groupe carbonyle (aldéhyde ou cétone) et un groupe hydroxyle, ayant une formule générale $(CH_2O)_n$ (Percheron *et al.*, 1981 ; Voet et Voet, 2005 ; Bruneton, 2009 ; Merghem, 2009).

II- Classification des glucides

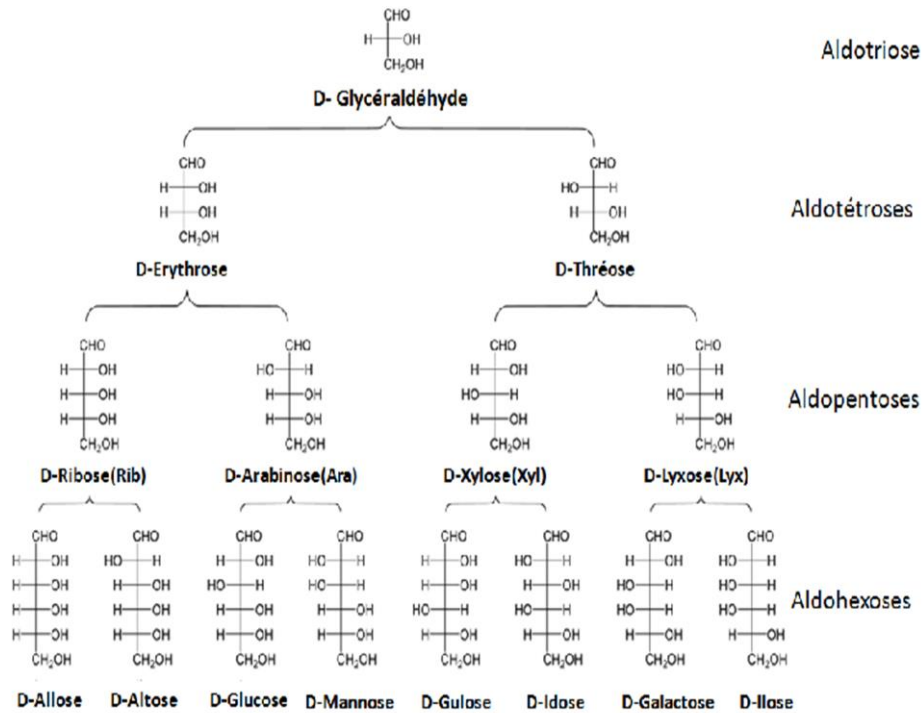
On distingue les classes suivantes :

II-1 Les monosaccharides

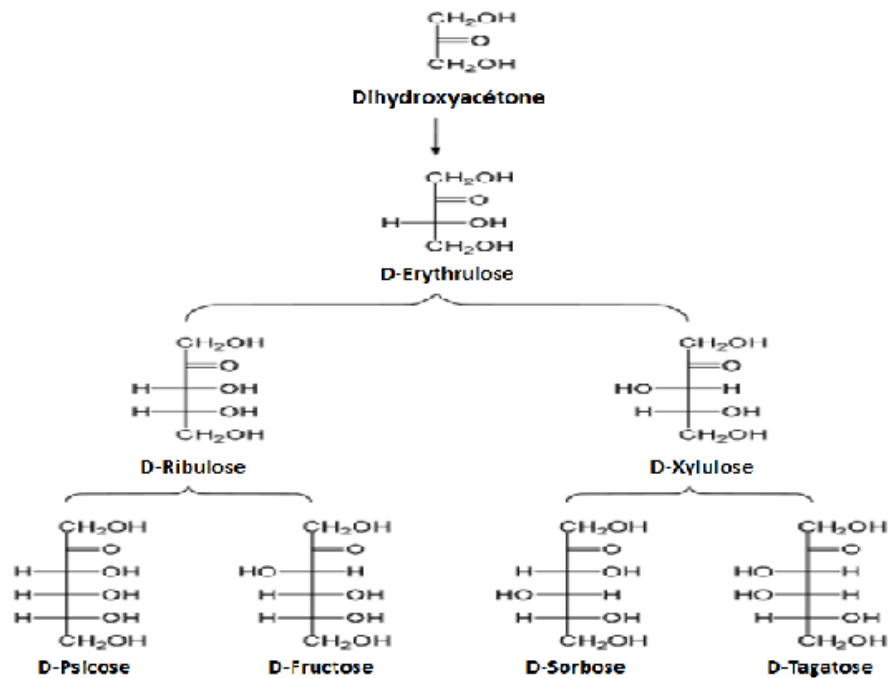
Les monosaccharides, ou oses, sont les glucides les plus simples formés d'une seule chaîne (linéaire ou cyclique) et ne sont pas hydrolysables. Il y en a deux types : les aldoses et les cétones (Figure 01) (Percheron *et al.*, 1981 ; Voet et Voet, 2005 ; Hames *et al.*, 2006 ; Bruneton, 2009 ; Berrada, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

Ils possèdent trois à sept atomes de carbone dans leur structure chimique, et selon le nombre de ces atomes on les distingue : les trioses, les tétroses, les pentoses et les hexoses dans la série des aldoses et les triuloses, les tétruloses, les pentuloses et hexuloses, etc... dans la série de cétone ((Percheron *et al.*, 1981 ; Voet et Voet, 2005 ; Hames *et al.*, 2006 ; Bruneton, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

Les principaux monosaccharides sont le glucose, le fructose et le mannose. Ils ont tous la même formule chimique $(C_n(H_2O)_n)$, mais des configurations différentes (Percheron *et al.*, 1981 ; Hames *et al.*, 2006 ; Bauer *et al.*, 2010).



Les aldoses



Les cétooses

Figure 01 : La structure chimique des monosaccharides solen le deux types aldose et cétoose (Voet & Voet, 2005).

II-2 Les disaccharides

Les disaccharides sont formés quand deux monosaccharides s'unissent par une liaison glycosidique (Percheron *et al.*, 1981 ; Hames *et al.*, 2006).

Le maltose est un disaccharide du glucose réunis par une liaison α (1-4) obtenu par l'hydrolyse partielle de l'amidon végétal contenu dans de nombreuses céréales et les pommes de terre (Percheron *et al.*, 1981 ; Hennen, 2006 ; Hames *et al.*, 2006 ; Bruneton, 2009). Le lactose, disaccharide de lait, est constitué de glucose et de galactose réunis par une liaison β (1-4). Le saccharose (sucrose dans la littérature anglo-saxonne) est un disaccharide végétal important dans l'alimentation humaine moderne ; on le trouve en abondance dans la canne et la betterave à sucre (ses monosaccharides constitutifs sont le glucose et le fructose réunis par une liaison α (1-2)). C'est un α -D-glucopyranosyl-(1-2)- β -D-fructo-furanoside (Percheron *et al.*, 1981 ; Voet et Voet, 2005 ; Hames *et al.*, 2006 ; Moussard, 2006 ; Bruneton, 2009) (Figure 02).

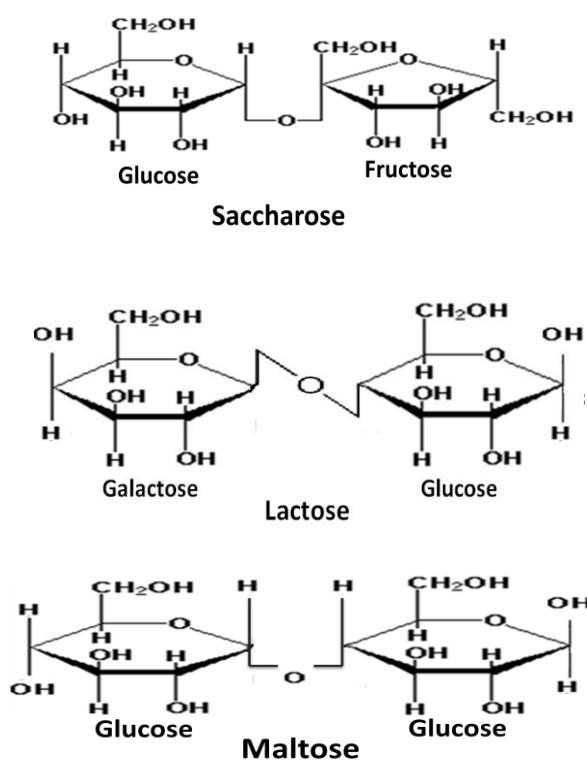


Figure 02 : La structure chimique des principaux disaccharides (Voet et Voet., 2005).

II-3 Les oligosaccharides

Les oligosaccharides ou oligosides sont des enchaînements covalents de deux ou trois à quelques dizaines d'unités monosaccharides (Roberfoid, 2002 ; Florian *et al.*, 2005 ; Bruneton, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

Les oligosaccharides sont classés en trois groupes : les oligosaccharides riches en mannose qui contiennent 2 à 9 résidus mannoses reliés au noyau pentasaccharidique commun, les oligosaccharides complexes qui présentent un nombre variable d'unité N –acétyllactosamine ainsi que des résidus d'acide sialique et / ou de fucose liés au noyau et les oligosaccharides hybrides formés d'éléments des deux premiers groupes (Voet et Voet, 2005).

II-4 Les polysaccharides

Les polysaccharides qui sont appelés les polyosides ou les glucanes sont de longues chaînes polymères de monosaccharides liées entre eux par des liaisons glycosidique pour avoir la configuration α ou β , et sans taille moléculaire définit. Ces chaînes peuvent être linéaires ou ramifiées. Ils sont composés de plus de dix polysaccharides pouvant compter plusieurs milliers d'unités et avoir des poids moléculaires considérables (Percheron et al, 1981 ; Robyt, 1998 ; Hames *et al.*, 2006 ; Hennen, 2006 ; Moussard ,2006 ; ; Bruneton, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

Les polysaccharides sont présents dans la plupart des organismes vivants, ils se trouvent dans les algues, les animaux et principalement dans les végétaux. Ils sont divisés selon leurs fonctions en deux groupes : les polysaccharides homogènes et les polysaccharides hétérogènes (Luisot, 1983 ; Merghem, 2009 ; Bruneton, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

II-4-1 Les homopolysaccharides

Les glucosanes (amidon, cellulose), ce sont des polysaccharides homogènes les plus importants, qui sont composés exclusivement d'enchaînement de molécules de glucose, et ils représentent les sucres de réserve et de structure, sont constitués aussi d'un seul type de monosaccharides (Percheron *et al.*, 1981 ; Luisot, 1983 ; Florian, 2005 ; Voet et Voet, 2005 ; Moussard ,2006 ; Hames *et al.*, 2006 ; Yves, 2008 ; Merghem, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

II-4-1-1 Les homopolysaccharides de réserve

A- L'amidon

L'amidon est principale substance de réserve hydrocarbonée des végétaux. (Percheron *et al.*, 1981 ; Hames *et al.*, 2006 ; Merghem, 2009 ; Sindic, 2010). Il existe sous forme de granules d'amidon insoluble (amyloplast) localisé dans l'endosperme. chaque granule d'amidon contient un mélange de deux formes de polysaccharides : l'amylose et l'amylopectine (Hennen, 2006; Hames *et al.*, 2006 ; Moussard ,2006 ; Yves, 2008 ; Merghem, 2009 ; Sindic, 2010).

L'amylose est un polymère linéaire contenant entre 840 et 22 000 unités d' α -D-glucopyranosyl réunis par des liaisons α (1-4) (Figure 03).

L'amylopectine est la forme ramifiée ; la plupart des constituants de résidus de glucose sont unis par des liaisons linéaires α (1-4), mais des liaisons α (1-6) supplémentaires se produisent tous les 25 à 30 résidus, créant ainsi des points de ramifications (Figure 04). (Hennen, 2006; Hames *et al.*, 2006 ; Moussard ,2006 ; Yves, 2008 ; Merghem, 2009 ; Bruneton, 2009 ; Sindic, 2010).

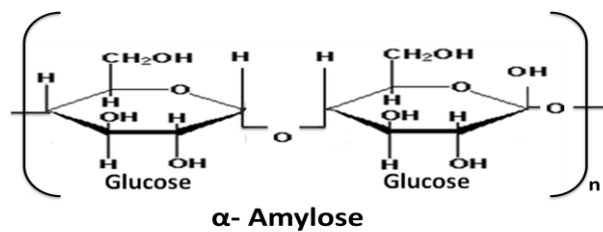


Figure 03 : La structure chimique de l'amylose (Voet et Voet, 2005).

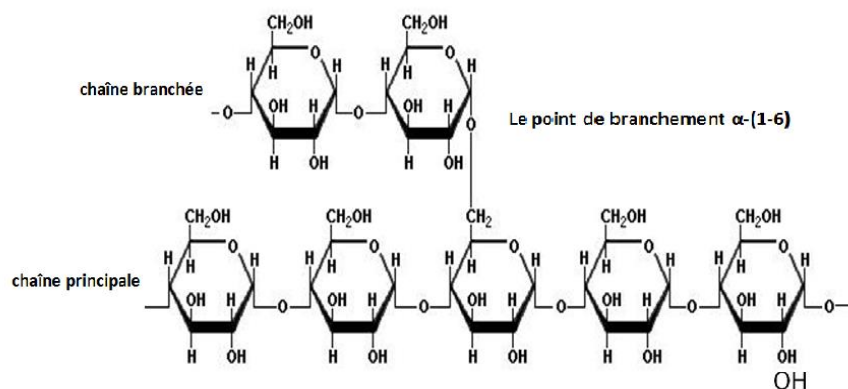


Figure 04 : La structure chimique de l'Amylopectine (Voet et Voet, 2005).

B- Le glycogène

Le glycogène est une substance de réserve des animaux. C'est un glucosane, polymère d'unités glucose réunies par liaison α (1-4) présentant tout les huit à douze résidus une ramification par liaison α (1-6). Cette structure fortement ramifiée permet, selon les besoins et circonstances, soit une glycogénogenèse, soit glycogénolyse (Hennen, 2006 ; Hames *et al.*, 2006 ; Moussard, 2006 ; Yves, 2008).

II-4-1-2 Les polysaccharides de structure

A- La cellulose

La cellulose est le composé organique le plus répandu sur la terre car elle forme le matériel structural de base des plantes aux quelles elle donne forme et rigidité. (Stryer, 1997 ; Voet et Voet, 2005 ; Hennen, 2006 ; Bauer *et al.*, 2010).

La molécule de cellulose est formée d'une chaîne linéaire de plusieurs milliers unités (10 à 15000 unités) de D-glucose liées en β (1-4) (Figure 05) (Percheron *et al.*, 1981 ; Voet et Voet, 2005 ; Moussard, 2006 ; Merghem, 2009 ; Bruneton, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010), l'abondance des liaisons hydrogène assure la cohésion entre chaînes, formant des fibres solides. La cellulose est utilisée intensivement pour la construction (bois et dérivés) et la fabrication du papier (Hennen, 2006 ; Hames *et al.*, 2006 ; Merghem, 2009 ; Bauer *et al.*, 2010).

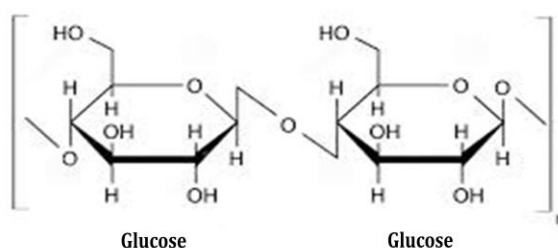


Figure 05 : La structure chimique de la cellulose (Voet et Voet, 2005).

B- La chitine

La chitine est un polysaccharide extrait essentiellement à partir de la carapace des crustacés (principalement crevette et crabes), on le retrouve aussi dans les parois cellulaires de champignons et de nombreuses algues. Sa structure chimique est composée d'unité de N-acétyl-D-glucosamine

liées par des liaisons de type β (1-4). L'importance pour la biomasse approche celle de la cellulose (Percheron *et al.*, 1981 ; Hennen, 2006 ; Moussard ,2006 ; Yves, 2008; Crini *et al.*, 2009).

II-4-2 Les hétéropolysaccharides

Les hétéropolysaccharides sont généralement formés que de quelques types de monosaccharides qui alternent selon une séquence répétitive. Ces hétéroglycanes renferment deux groupes différents sont : les polysaccharides neutres et polysaccharides acides. (Voet et Voet, 2005).

II-4-2-1 Les hétéropolysaccharides neutres

Les hétéropolysaccharides neutres sont fréquemment rencontrés dans les graines, les racines et le bois des végétaux supérieurs (Percheron *et al.*, 1981 ; Lehninger, 1989). Parmi ces molécules on cite notamment les arabinoglucanes dont la chaîne principale est formée d' α (1-4) D-glucose ramifiée en C3 ou C6, qui est semblable à la structure de l'amidon (Flandroy, 1996).

II-4-2-2 Les hétéropolysaccharides acides

Les hétéropolysaccharides acides sont des structures complexe et ramifiée contenant du : D-galactose, L-arabinose, les acides pectiques, et l'hémicellulose (Percheron *et al.*, 1981 ; Lehninger, 1989). Cette dernière représente une chaîne constituée des unités D-xylopyranose reliées par des liaisons β (1-4) avec des branchements contenant l'acide uronique et par fois l'arabinose (Percheron *et al.*, 1981 ; Louisot, 1983 ; Lehning, 1989).

III- Les sources des polysaccharides

La diversité des structures et des emplois des polysaccharides nous conduit à adopter ici une classification fondée sur leur origine (Bruneton, 2009).

III-1 Les polysaccharides des animaux

Le glycogène, le polysaccharide de réserve des animaux, se trouve dans toutes les cellules est surtout abondant dans les muscles squelettiques et dans le foie, où il se trouve sous forme de

granules cytoplasmiques (Brooker, 2000 ; Ferland, 2003 ; Billot, 2003 ; Voet et Voet, 2005). La structure primaire du glycogène est voisine de celle de l'amylopectine (Voet et Voet, 2005).

III-2 Les polysaccharides des végétaux inférieurs

III-1-1 Les polysaccharides des algues

Les trois grandes classes d'algues auxquelles appartiennent les espèces actuellement utilisées ont chacune leurs polysaccharides caractéristiques (Bruneton, 2009):

III-1-1-1 L'acide alginique (alginate)

L'acide alginique est un mélange d'acides polyuroniques constitués par des résidus de l'acide D-mannuronique et de l'acide L-guluronique. C'est un constituant quasiment constant chez les algues brunes (Phaeophyceae), et en particulier des espèces *Laminaria* (laminaires), *Macrocystis*, *Fucus* et *Ascophyllum* (Pérez, 1997 ; Bardoulat, 2007 ; Bruneton, 2009).

III-1-1-2 Les carraghénanes

Les carraghénanes (carraghénates) sont obtenus à partir de diverses algues rouges (Rhodophyceae), famille de Gigartinaceae, Solieriaceae, Hypneaceae et Furcellariaceae. Ces algues sont caractérisées par la présence d'un amidon extraplastidial (amidon floridée, à structures de type amylopectine) (Bardoulat, 2007 ; Bruneton, 2009 ; Jouanneau, 2010).

III-1-1-3 L'agar-agar

L'agar-agar est constitué par les polyosides de diverses espèces de Rhodophyceae principalement du genre *Gelidium*. Leur source comme les carraghénanes, l'agar-agar est extrait à partir des thalles de diverses Rhodophyceae surtout des floridées (Bardoulat, 2007 ; Roux & Catier, 2007 ; Bruneton, 2009).

III-3 Les polysaccharides élaborés par les micro-organismes et les champignons

III-3-1 La gomme xanthane

La gomme xanthane est un polysaccharide anionique de masse moléculaire élevée produit par fermentation de glucides par les bactérie aérobie *Xanthomonas campestris* qui se développe habituellement sur certains espèces de brassicaceae où en utilisant le substrat végétal, elle élabore un exsudat gommeux (un exopolysaccharides) : la gomme xanthane (De Reynal, 2009 ; Bruneton, 2009).

III-3-2 Le lentinane

Le lentinane est un polymère homogène isolé d'un champignon, *lentinus edodes* (Berk.) Sing. Ces champignons (*le shiitake*) (Bruneton, 2009 ; Chollet, 2013), Comme le champignon de couche (champignon de paris, *Agaricus porusbis*) est un aliment très consommé dans le monde (Bruneton, 2009).

Il ya aussi beaucoup d'autres champignons en particulier des Basidiomycètes, élaborent des polysaccharides aux propriétés voisines de celles du lentinane (Bruneton, 2009).

III-4 Les polysaccharides des végétaux supérieurs

III-4-1 L'amidon

L'amidon est une substance de réserve principale des végétaux, il se concentre préférentiellement dans : les graines de céréales (avoine, blé, maïs, orge, riz, seigle, sorgho), les fruits (fruit de l'arbre à pain), banane plantain, et dans légumineuses (Jarrige *et al.*, 1995 ; Frénot & Vierling, 2002 ; Billot, 2003 ; Ferland, 2003 ; Roux & Catier, 2007 ; Bruneton, 2009 ; Sindic, 2010). Il se trouve aussi dans les partie souterraine (racine tubérisées de la pomme de terre, du manioc ou des ignames, rhizomes des taros) (Frénot & Vierling, 2002 ; Roux & Catier, 2007 ; Bruneton, 2009 ; Sindic, 2010).

III-4-2-La cellulose

La cellulose est sans doute le biopolymère le plus universel. Elle se dépose en microfibrilles dans les parois cellulaires de tous les Cormophytes (Jarrige *et al.*, 1995 ; Frénot & Vierling, 2002 ; Roux & Catier, 2007 ; Bruneton, 2009). C'est un constituant du bois, elle existe à l'état majoritaire dans de nombreuses plantes à fibres textiles : lin, chanvre, jute, ramie et, presque pure, dans les poils qui recouvrent les graines des cotonniers (Frénot & Vierling, 2002 ; Roux & Catier, 2007 ; Bruneton, 2009).

Chapitre II

Le système immunitaire

Le système immunitaire

I Définition

Le système immunitaire a évolué pour protéger les organismes multicellulaires contre les agents pathogènes. Il produit une multitude de cellules et de molécules composant un réseau dynamique et capable de reconnaître spécifiquement et d'éliminer un grand nombre de micro-organismes étrangers. Il peut être divisé artificiellement en deux composants fonctionnels : l'immunité innée et l'immunité adaptative (Espinosa, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

L'immunité innée est basée sur un ensemble de mécanisme de défense présent dès la naissance et génétiquement hérités. L'organisme est capable de se défendre immédiatement de manière innée contre les micro-organismes, sans apprentissage. Leur connaissance est basée sur des récepteurs non spécifiques.

L'immunité adaptative constitue la deuxième ligne de défense. Son originalité vient de son mode de reconnaissance des intrus. La création d'une extraordinaire diversité de récepteurs (encore appelés immunorécepteurs) permet de faire face à la diversité du monde microbien (Espinosa, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

II Les cellules et les organes du système immunitaire

II-1 Les cellules du système immunitaire

Les cellules du système immunitaire sont constituées par les globules blancs ou leucocytes. Elles sont essentiellement localisées dans le sang et la lymphe, mais peuvent également se retrouver dans des tissus ou dans des organes spécialisés : les organes lymphoïdes.

Les leucocytes sont tous issus de la différenciation des progéniteurs communs appelés cellules souches hématopoïétique, ce différenciation se fait dans la moelle osseuse selon deux grandes voies sont: la lignée myéloïde et la lignée lymphoïde (Richard *et al.*, 2012) (figure 06).

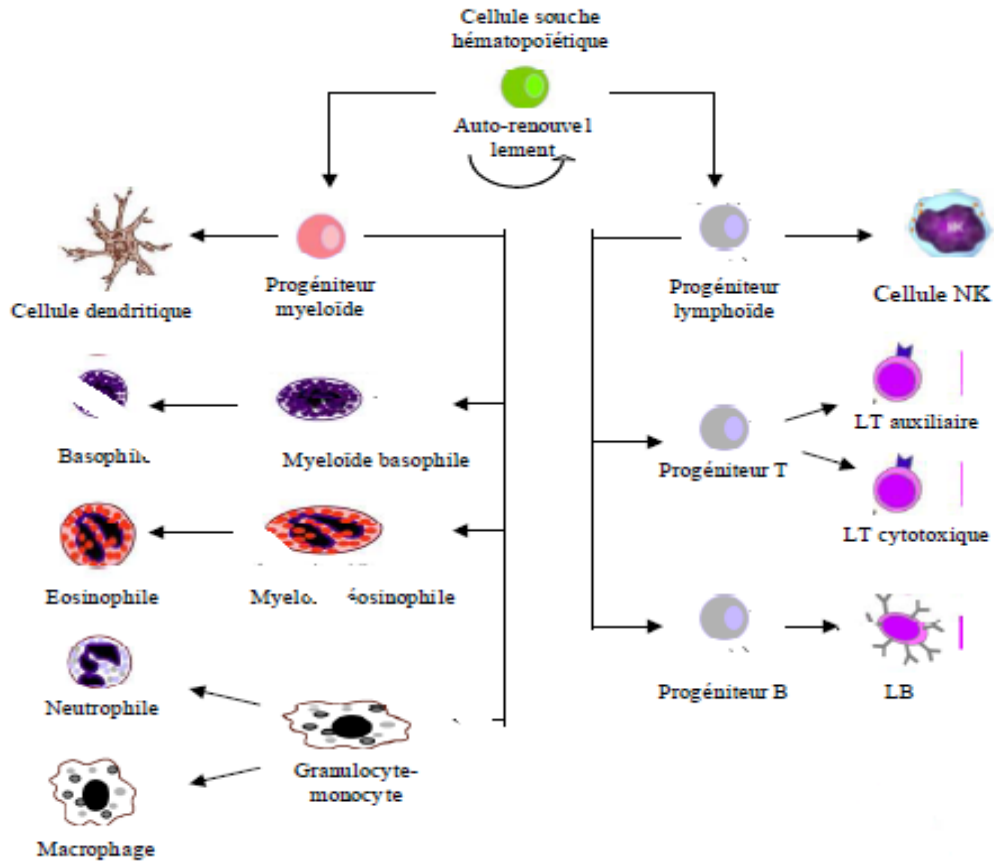


Figure 06 : Les composants cellulaires du système immunitaire (Bergereau, 2010)

II-1-1 La lignée myéloïde

La lignée leucocytaire myéloïde est à l'origine de presque toutes les cellules de l'immunité innée. Ces cellules se regroupent en trois catégories (Richard *et al.*, 2012)

A Les monocytes-macrophages

Les monocytes vont circuler dans le sang pendant quelques heures, période durant laquelle ils grossissent et migrent vers les tissus où ils se différencient en macrophages tissus spécifiques résidents dans divers organes (ex : la rate, le foie, les poumons) (Male, 2005 ; Abraham, 2006; David, 2007). Leurs morphologies et leurs fonctions sont diverses, selon les tissus ou les organes où ils sont localisés. Ils sont à l'origine de la réponse immunitaire et de la réaction inflammatoire qui font partie intégrante du système phagocytaire mononucléé responsable de la digestion et de la présentation antigénique aux LT (Roger *et al.*, 1980 ; Abraham, 2006 ; Vaubourdolle, 2007 ; Bergereau, 2010 ; Vogel, 2010).

B Les cellules dendritiques

On les trouve dans le sang, les muqueuses et les organes lymphoïdes, à savoir la moelle osseuse et le thymus. Elles permettent de déclencher les réponses immunitaires appropriées à un danger contre l'organisme. Elles activent les lymphocytes T, les globules blancs (Bergereau, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

C Les granulocytes

Un granulocyte, aussi appelé polynucléaire, est une cellule sanguine ont un noyau plurilobé et de forme irrégulière. Ces cellules sont classées selon leur morphologie en neutrophiles, éosinophiles et basophile. Chaque sous-population possède un rôle spécifique (David, 2007).

Les neutrophiles, appelés aussi polynucléaires neutrophiles, qui réagissent aux colorants neutres, ils sont les plus nombreux. Ils ont un rôle primordial de phagocytose lorsqu'ils rencontrent une cellule étrangère ou infectée (David, 2007 ; Chatenoud, 2008 ; Bergereau, 2010). Les éosinophiles, qui sont colorés à l'éosine, et qui combattent les parasites en déversant les enzymes contenues dans les granules. Alors que les basophiles sont les plus rares des granulocytes et qui synthétisent l'histamine, impliquée dans la réaction inflammatoire et les allergies (François, 1998 ; Male, 2005 ; Bergereau, 2010).

II-1-2 La lignée lymphoïde

La lignée leucocytaire lymphoïde provient d'un même précurseur et donne naissance à au moins trois types cellulaires. On distingue :

A Les cellules Natural Killer

Les cellules tueuses Natural Killer (NK) sont des gros lymphocytes granuleux dérivent de la moelle osseuse (Male, 2005 ; David, 2007 ; Chatenoud, 2008 ;), sont représentées jusqu'à 15% des lymphocytes du sang (Male, 2005 ; Clos, 2012). Les cellules NK sont impliqués dans la défense innée contre les bactéries et les virus, mais aussi contre les cellules tumorales (David, 2007 ; Clos, 2012).

B Les lymphocytes B

Les lymphocytes B (LB) sont des cellules de l'immunité à médiation humorale adaptative. Elles sont produites et maturées dans la moelle osseuse. Elles ont un rôle de reconnaître les différents types de microbes qui possèdent des antigènes. Et ils se mettent à produire des anticorps qui leur permettront de les éliminer (Clave *et al.*, 1999 ; Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Sherwood, 2006 ; Chatenoud, 2008).

C Les lymphocytes T

Les lymphocytes T (LT) sont des cellules de l'immunité à médiation cellulaire adaptative leur origine ancestrale la moelle osseuse et leur maturation et différenciation se fait dans le thymus. Leur forme active est : les cellules T cytotoxiques (Tc) provoquent la lyse des cellules cibles infectées par des virus, et des cellules T auxiliaires (LT4), qui elles apportent un soutien aux cellules T cytotoxiques et aident les cellules B et provoquent l'activation des macrophages (Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Male, 2005 ; Sherwood, 2006 ; Clos, 2012).

II-2 Les organes lymphoïdes

Les leucocytes peuvent se regrouper dans des organes spécifiques (figure 07)

II-2-1 Les organes lymphoïdes primaires ou centraux

Les organes lymphoïdes primaires, la moelle osseuse et le thymus, sont les sites de maturation et de différenciation des lymphocytes (Parham, 2003 ; Baudry & Brezellec, 2006 ; Chatenoud & Bach, 2008 ; Bergereau, 2010 ; Espinosa & Chillet, 2010).

II-2-2 Les organes lymphoïdes secondaires ou périphériques

Les organes lymphoïdes secondaires sont les sites des réactions immunitaires. Ces organes incluent : la rate, les ganglions lymphatiques, les tissus lymphoïdes associés aux muqueuses comme les amygdales et plaque de Peyer (Nicolas, 2005 ; Chatenoud & Bach, 2008 ; Bergereau, 2010 ; Espinosa & Chillet, 2010).

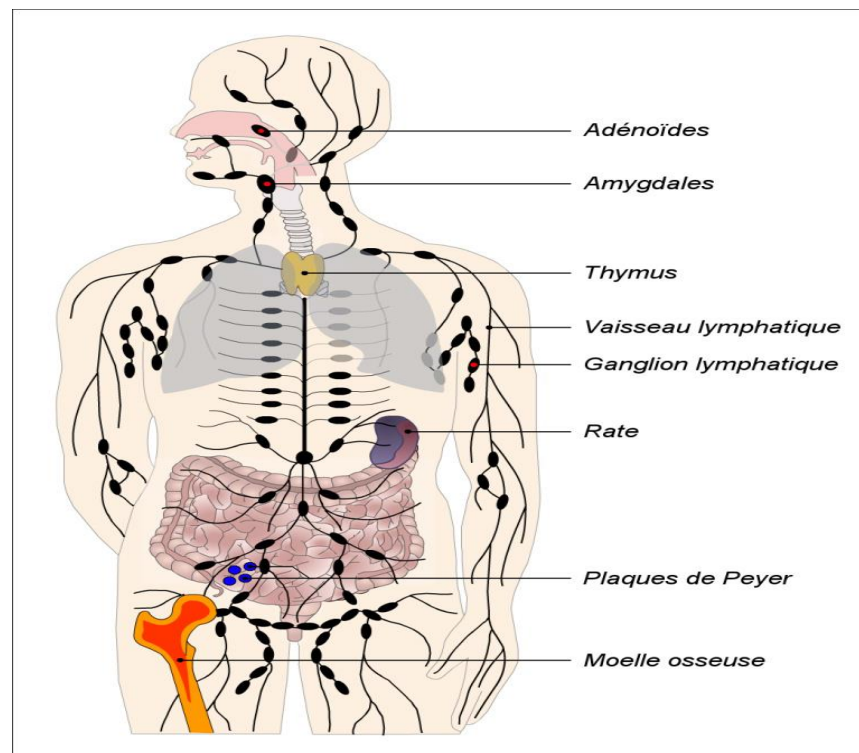


Figure 07 : Organisation tissulaire du système immunitaire (Bergereau, 2010).

III Les mécanismes de défense

III-1 Auto-immune

La première ligne de l'immunité innée constitue une barrière physique et chimique empêchant la pénétration de l'agresseur dans l'organisme. Cette défense se compose des tissus épithéliaux (peau et muqueuse) ainsi que des sécrétions produites par ces tissus (mucus, larmes, suc gastrique, bile, etc...) (Bergereau, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

III-2 Le système de défense de l'immunité innée

III-2-1 L'immunité à médiation humorale

A Le système du complément

Il est constitué d'un ensemble de protéines plasmatiques et membranaires normalement présent à l'état inactif chez les sujets sains. Le complément constitue l'un des principaux mécanismes de destruction des substances étrangères de l'organisme. Bien que le complément

soit un mécanisme de défense non spécifique il complète le système de défense adaptative c'est-à-dire il accroît leur efficacité (Abraham, 2006).

Le rôle majeur du complément est la lyse des pathogènes (bactéries, virus, cellules infectés..) par la formation du complexe d'attaque membranaire (CAM). Le complément est utilisé pour épuré les complexes immuns Anticorp-Antigène (AC-AG), qui sont continuellement fabriqué par l'organisme avec le risque de ce déposé sur l'endothélium au niveau vasculaire.

Sous l'effet du plusieurs activateurs ces protéines s'active en une série de réactions de protéolyse en chaîne, cette activation se fait selon 3 voies (Figure 09) : la voie classique, la voie alterne et la voie des lectines (Abraham, 2006 ; Richard *et al*, 2012).

- **La voie classique**

L'activation par la voie classique est initiée par la fixation de la première protéine du complément, C1q, à un de ses ligands. Parmi ceux-ci les plus important sont les domaines CH2 du fragment Fc des immunoglobulines IgG1, IgG2 et IgG3 et le domaine CH4 des IgM, Cette activation fait intervenir un complexe macromoléculaire composé de trois protéines : la protéine de reconnaissance, C1q, qui est associée à deux serines estérases C1r et C1s. Cette fixation entraîne l'auto-activation de C1r, qui clive et active ainsi C1s. Le composant C1s activé clive alors le composant C4 présent dans le plasma en un petit fragment C4a, libéré en phase fluide, et un fragment majeur C4b, qui se fixe alors de façon covalente à la surface-cible de l'activation (Helen, 2004 ; Richard *et al*, 2012).

Le composant C2, circulant dans le plasma, peut alors s'associer au C4b et être clivé a son tour par C1s en un fragment C2a, qui reste associé à C4b, et un fragment C2b libéré en phase fluide. Ainsi se trouve formé sur la surface activatrice le complexe C4b2a, appelé C3 convertase classique car il a la capacité de cliver C3, l'activité enzymatique est portée par la sous unité C2a (Figure 08) (Richard *et al.*, 2012)

- **La voie des lectines**

La voie des lectines est activée par les structures carbohydrates des micro-organismes. Il existe une similitude avec la voie classique. La protéine de reconnaissance est ici la protéine

MBL (Mannan Binding Lectine) et est associée à des sérines estérases appelées MASP 1, 2 et 3 (Mannan-associated serine protéase) qui présentent une forte homologie avec C1s et C1r.

Une fois activées, les MASP acquièrent la capacité de cliver les protéines C4 et C2 et participent à la formation d'une C3 convertase, C4b2a, identique à celle formée à l'issue d'une activation par la voie classique (Figure 08) (Helen, 2004 ; Richard *et al.*, 2012).

- **La voie alterne**

La voie alterne est activée par des substances d'origine bactérienne telles que le lipopolysaccharide (LPS) des bactéries Gram négatives, par des bactéries Gram positive, des virus ou des cellules infectées ou transformées. Les interactions des protéines de la voie alterne aboutissent à la formation de la C3 convertase alterne (Richard *et al.*, 2012).

L'assemblage de la C3 convertase alterne commence avec l'association d'une molécule de C3b avec le facteur B. Cette association permet au facteur B d'être clivé par une sérine protéase circulant sous forme active dans le plasma, le facteur D, produisant les fragments Ba et Bb. Le fragment Ba s'exclut du complexe tandis que le fragment Bb reste associé à C3b et acquiert une activité enzymatique. Le complexe C3bBb est la C3 convertase de la voie alterne capable de catalyser le clivage de C3 en C3b de façon absolument identique au clivage réalisé par le complexe C4b2a. Le premier dépôt covalent de C3b se fait de façon aléatoire mais cette voie d'activation est capable d'une auto-amplification qui est très importante pour la reconnaissance et l'élimination des pathogènes en l'absence d'anticorps spécifique (Figure 08) (Helen, 2004 ; Richard *et al.*, 2012).

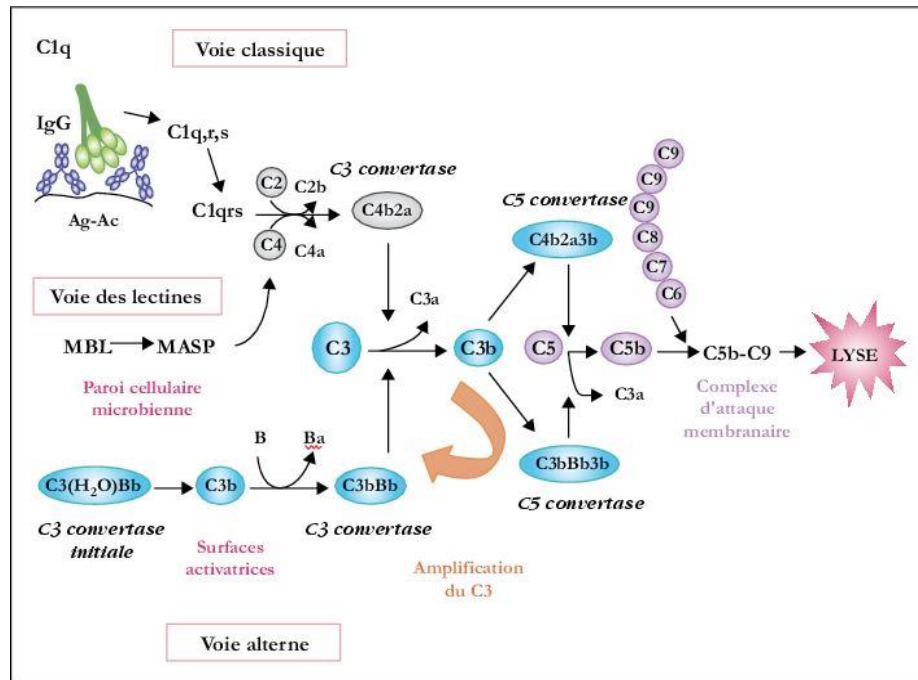


Figure 08 : Les trois voies d'activation du système du complément (Richard *et al.*, 2012)

B Les réactions inflammatoires

La réaction inflammatoire donne des symptômes qui sont causés par la libération de médiateurs chimiques. Libéré par les cellules de l'immunité innée résidentes des tissus (macrophage, les mastocytes, les cellules dendritiques). Cette médiation permet l'augmentation du diamètre des vaisseaux à proximité de l'infection. Les quatre signes de l'inflammation sont : rougeur, chaleur, douleur et œdème (Richard *et al.*, 2012).

III-2-2 L'immunité à médiation cellulaire

A La phagocytose

La phagocytose est un élément central dans la destruction du pathogène par les cellules de l'immunité innée mais également dans la capture de l'antigène par les cellules présentatrices de l'antigène que sont les macrophages et les cellules dendritique. La phagocytose est le processus par lequel une seule cellule internalise une grosse particule (1 µm de diamètre ou plus), elle joue un rôle important dans la défense immunitaire, la réparation des tissus et l'homéostasie (Françoise, 1998 ; Gerald, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

Les phagocytes expriment des PRR (Pattern Recognition Receptor) qui assurent une reconnaissance directe de motifs moléculaires associés aux pathogènes sont les PAMP (Pathogen Associated Molecular Pattern) (Richard *et al.*, 2012).

La reconnaissance du micro-organisme peut être indirecte. Dans ce cas, le pathogène est recouvert d'une molécule du système immunitaire, une opsonine. Ces opsonines sont soit des anticorps qui reconnaissent spécifiquement le pathogène soit des molécules du complément (C3b, C4b ou C3bi) qui se fixent de manière non spécifique à la surface des pathogènes. Elles sont reconnues par les phagocytes qui possèdent des récepteurs pour les opsonines (Richard *et al.*, 2012). Les récepteurs de reconnaissance sont soit les FcR (Fc Receptor), qui reconnaissent les fragments Fc des anticorps (Figure 09), soit les CR (Complément Receptor) qui reconnaissent les molécules du complément (Figure 10). L'ensemble de ce phénomène est qualifié d'opsonisation (Gerald, 2010 ; Richard *et al.*, 2012).

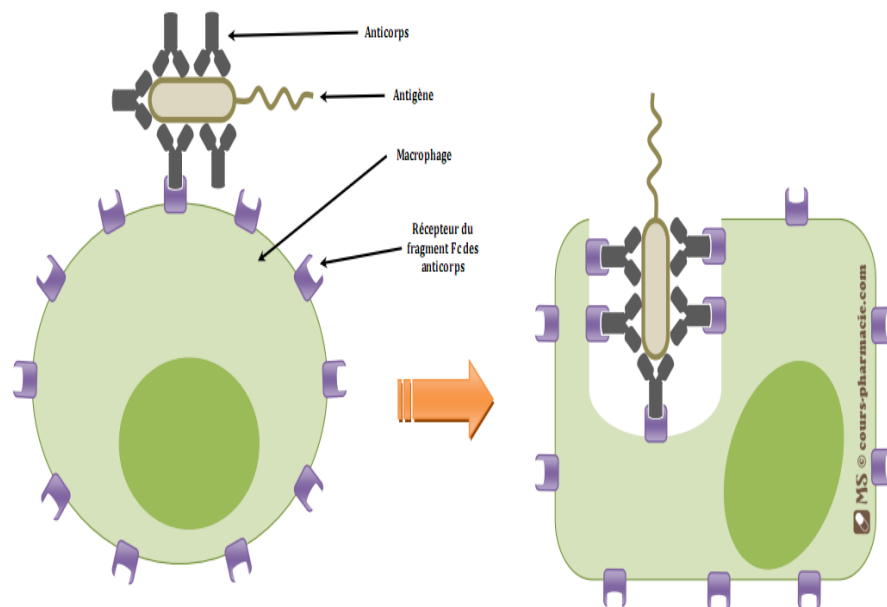


Figure 09 : L'opsonisation et la phagocytose par un anticorp (Richard et al, 2012).

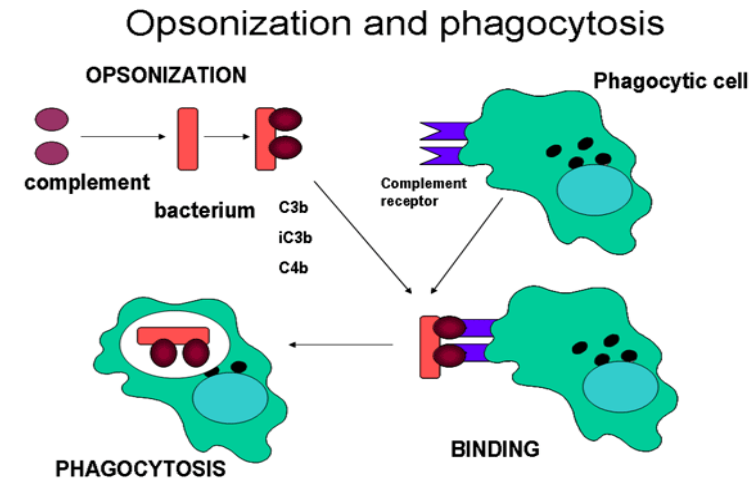


Figure 10: L’opsonisation et la phagocytose par le complément (Richard *et al.*, 2012).

La reconnaissance directe ou indirecte du pathogène par les récepteurs de phagocyte induit la transduction d’un signal dans la cellule qui aboutit notamment à l’activation du protéine G. cette activation conduit à un remodelage du cytosquelette qui permet l’émission de pseudopodes et l’emprisonnement de la particule dans une vésicule appelée phagosome. Le phagosome subit ensuite une maturation en fusionnant avec des endosomes puis avec des lysosomes cellulaires pour former des phagolysosomes. Dans ces phagolysosomes se fait la destruction des micro-organismes par des processus enzymatique (Figure 11) (Richard *et al.*, 2012).

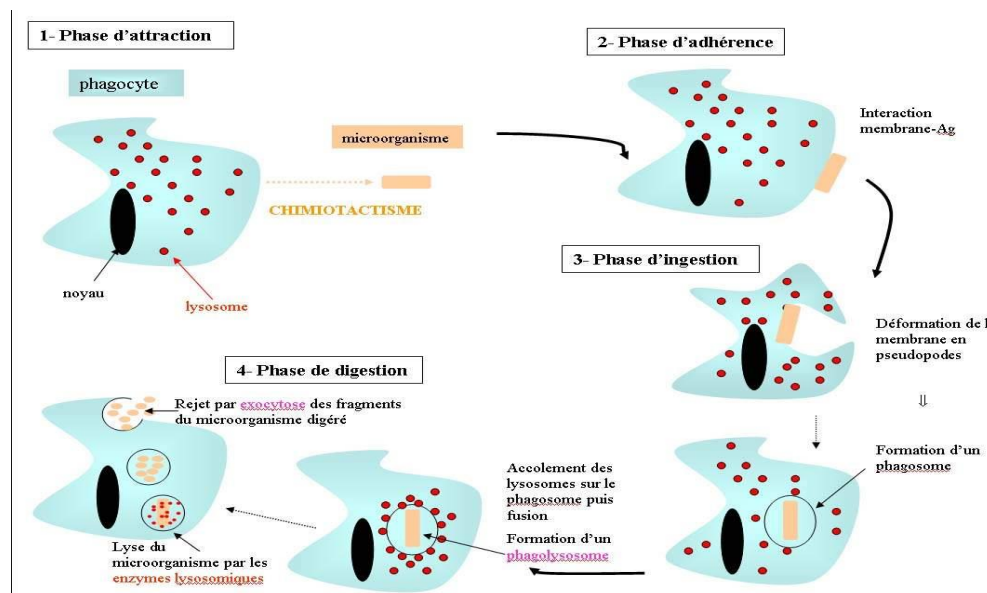


Figure11: Le mécanisme et les phases d’internalisation de particules par la cellule phagocytaire (Parham, 2003).

B le mécanisme des cellules NK

Ce mécanisme fait appel aux cellules phagocytaires (les neutrophiles, les monocytes, et les macrophages), aux cellules qui libèrent des médiateurs inflammatoires qui sont les NK capable de lyser des cellules étrangères de manière indépendante de l'antigène et sans activation préalable (Parham, 2003 ; Richard *et al.*, 2012).

Les NK activées par l'IL-12 (Interleukine-12) produite par les cellules dendritiques (CD) et produisent à leur tour de fortes concentrations d'INF γ (interféron γ) qui inhibe la transformation des LB, ralentissant ainsi l'expression des antigènes et participant à la polarisation Th1 (Strowig *et al.*, 2008).

III-3 Le système de défense de l'immunité spécifique

En fonction du produit généré à la suite de la stimulation lymphocytaire, les défenses spécifiques peuvent être scindées en deux voies fonctionnant en synergie (Christèle, 2008)

III-3-1 L'immunité à médiation cellulaire

A Les acteurs

Les acteurs de l'immunité à médiation cellulaire se trouvent être les LT4. Ils sont dotés de récepteurs spécifiques (appelés TCR) reconnaissant un déterminant antigénique donné à condition qu'il soit porté par une cellule présentatrice d'antigène (étant généralement un macrophage) (Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Christèle, 2008 ; Clos, 2012).

B L'objectif

L'immunité à médiation cellulaire a pour objectif de générer des cellules effectrices qui exercent un effet cytotoxique envers les cellules exprimant du non soi (telle que les cellules infectées par un microbe, les cellules cancéreuses, les cellules étrangères résultant d'une greffe) (Hervé *et al.*, 2001 ; Christèle, 2008 ; Clos, 2012).

C Le CMH et ses interactions peptidiques

Le CMH est un ensemble de gènes distribués le long d'un fragment d'ADN sur le Chromosome 6 chez l'homme où il est appelé HLA (Human Leukocyte Antigens) alors que chez la souris il est nommé H2 et se trouve sur le chromosome 17. Les gènes du CMH sont organisés en région codant trois classes de molécules : classe I, classe II et classe III, les deux premières classes, impliquées dans la présentation antigénique aux cellules T, la classe III codant principalement pour des protéines sécrétées et ayant des fonctions immunitaires telles que les facteurs C2 et C4 du complément ou des molécules impliquées dans l'inflammation comme le TNF et les protéines de choc thermique (Bergereau, 2010 ; Clos, 2010 ; Richard, 2012) (Figure12).

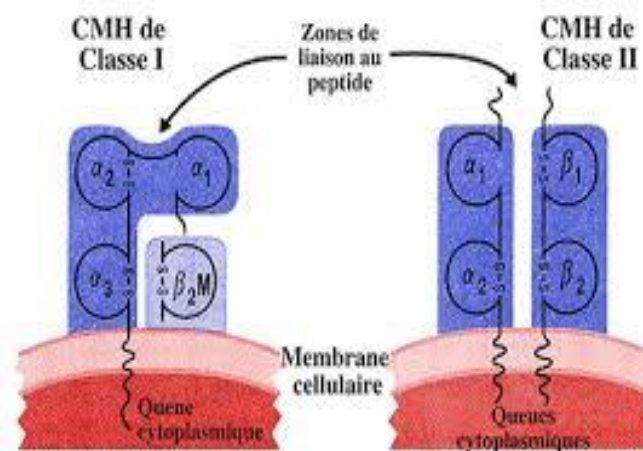


Figure 12: Les molécules du CMH sont des glycoprotéines membranaires (Richard *et al.*, 2012)

D Le mécanisme de l'immunité à médiation cellulaire

Les antigènes viraux sont présentés par les CPA(CD), qui vont migrer du site infecté vers les organes lymphoïdes, ou elles présentent les peptides viraux, par le biais des molécules CMH1 et CMH2, pour mettre en contact les cellules dendritiques présentatrices de l'antigène (CPA) avec les LTCD4+ et LTCD8+ spécifique. Dans ce cas, la CPA commence à activer le lymphocyte TCD4+. Cette activation se fait grâce à la signal de stimulation qui est l'interaction CMH2-antigène-TCR. Suite à cette activation, le lymphocyte TCD4+ produit de l'IL2. Ce dernier s'exprime grâce à l'activation en parallèle du lymphocyte TCD8+ par la cellule dendritique. Il en résulte une prolifération des LTCD8+ spécifique. La majorité de ces cellules se différencient en LTC (Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Male, 2005 ; Sherwood, 2006 ; Christèle, 2008 ; Clos, 2012).

Les LTC migrent vers les tissus périphériques non lymphoïdes, et ce d'autant plus que ces tissus sont le siège d'une inflammation. Les LTC spécifiques vont reconnaître par leur TCR les cellules infectées par le virus, car ces cellules à leur surface les antigènes viraux en association avec des molécules CMH1. Cette reconnaissance entraîne la mort de la cellule cible, par dégranulation des LTC libérant les enzymes toxiques que sont la perforine et par la production de l'IFN γ , cytokine qui inhibe localement la réplication.

Les LTCD8⁺ activées qui ne se différencient pas deviennent des cellules mémoire. Ces cellules mémoire circuleront entre le sang et les organes lymphoïdes pendant le reste de la vie de l'individu. Elles sont rapides lors d'un deuxième contact avec le même AG (Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Male, 2005 ; Sherwood, 2006 ; Christèle, 2008 ; Clos, 2012).

III-3-2- L'immunité à médiation humorale

A Les acteurs

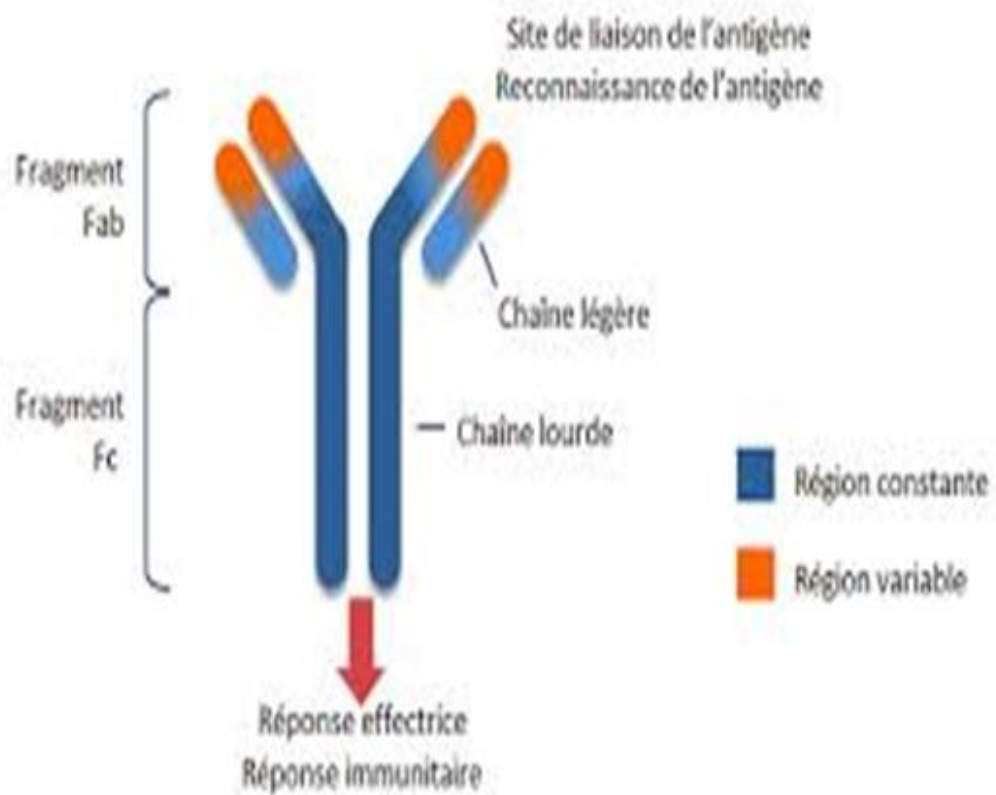
Les acteurs de l'immunité à médiation humorale sont les lymphocytes B. Ils sont pourvus au niveau membranaire de récepteur spécifique (appelés BCR) reconnaissant directement un déterminant antigénique porté sur l'élément étranger (Clave *et al.*, 1999 ; Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Chatenoud, 2008 ; Christèle, 2008).

B L'objectif

L'objectif de l'immunité à médiation humorale est la genèse de glycoprotéines nommées anticorps (ou immunoglobulines) qui seront émises dans la circulation sanguine. Bien que les anticorps soient classés en cinq catégories différentes (tableau 01) ; Ils présentent une unité structurale commune, en forme de Y, possédant deux sites de liaison spécifiques à un déterminant antigénique (figure 13) (Clave *et al.*, 1999 ; Hervé *et al.*, 2001 ; Chatenoud, 2008 ; Christèle, 2008).

Tableau 01: les différents types d'anticorps (Christèle, 2008).

Différents types d'antigène	Pourcentage plasmatique	Fonction (liste non exhaustive)
Immunoglobuline G IgG	80	Elles agissent sur les bactéries et certains virus ,elle traversent le placenta et sont à l'origine d'une immunité passive du fœtus.
Immunoglobuline A IgA	10	elles sont abondants dans diverses sécrétions maternel, le colostrums .
Immunoglobuline M IgM	6	elles sont sécrétées très tôt lors d'une réponse immunitaire, leur fonction s sont assez similaires à celle des IgG.
Immunoglobuline D IgD	0.2	Leur fonction demeurent encore mal connus.
immunoglobulineE IgE	traces	Elles sont le support de certaines réactions d'hypersensibilité(allergie).

**Figure 13 :** La structure de base d'un anticorps (Christèle, 2008).

C Le mécanisme de l'immunité à médiation humorales

L'activation des LB nécessite le signal de l'interaction antigène-BCR, responsables d'une part de l'internalisation, du complexe antigène-BCR, permettant ainsi la dégradation de l'antigène dans le système endosomal. Les fragments peptidiques obtenus associés à des molécules du CMH-2, procurant au LB le statut de cellule présentatrice de l'antigène (CPA) (Clave *et al.*, 1999 ; Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Sherwood, 2006 ; Kindt *et al.*, 2008 ; Chatenoud, 2008 ; Christèle, 2008).

D'autre part les LB activés reçoivent encore des signaux de prolifération, qui sont induit par l'interaction avec les LT_h. Ces signaux sont l'interaction entre le CD40-ligand présent à la surface du LT_h et le CD40 présent à la surface du LB ainsi que l'IL-4 produit par les LT_h. Suite à cette activation, la majorité des LB se différencient en cellules plasmocytaires. Ce derniers élaborent et libèrent des AC parvenus dans le sang, Ils sont acheminés vers le foyer infectieux où ils vont reconnaître et s'associer à un déterminant antigénique porté par l'Ag. Ainsi un complexe immun se forme induisant l'accroissement de la phagocytose médiée par les macrophages ainsi que l'activation du système du complément conduisant à la lyse de cet antigène. Les LB activées qui ne se différencient pas deviennent des cellules mémoires. Elles joueront un rôle essentiel lors d'un deuxième contact avec le même Ag (Clave *et al.*, 1999 ; Hervé *et al.*, 2001 ; Chapel *et al.*, 2004 ; Sherwood, 2006 ; Kindt *et al.*, 2008 ; Chatenoud, 2008 ; Christèle, 2008).

La figure 14 prouve que les LT4 ont un rôle majeur dans l'immunité à médiation cellulaire et l'immunité à médiation humorale.

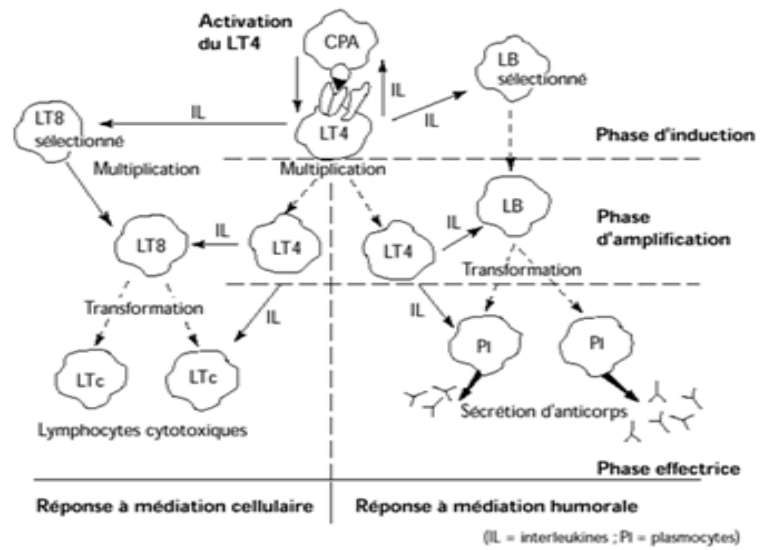


Figure 14: Le rôle central des lymphocytes LT4 (Christelle *et al.*, 2012)

Chapitre III

*Effets des polysaccharides sur
le système immunitaire*

I- Effet des polysaccharides sur le système immunitaire

Des études d'ethnobotanique et ethnopharmacologie ont montré que les polysaccharidiques extraits des plantes, des algues ou des champignons possèdent des activités biologiques sur le système du complément, les activités d'immunomodulation, d'immunostimulation, etc (Angone, 2010). Parmi ces polysaccharides on cite :

I-1 Des polysaccharides des plantes

I-1-1 Des polysaccharides d'*Angelica sinensis*

L'étude faite sur l'*Angelica sinensis* (AP) (Figure 15) montre que les polysaccharides acides et neutres isolés à partir des racines de cette plante renferment présentant un effet immunomodulateur sur les macrophages. Cependant, 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) (Yang *et al.*, 2007 ; Chao & Lin, 2011).

Dans une autre étude (Mingliang *et al.*, 2012), ce traitement diminue la sécrétion d'IL-4 et réduit les cellules de TCD8+. D'autre part, il augmente la sécrétion d'IL-12, IL-2, et le pourcentage des cellules TCD4+ (Mingliang *et al.*, 2012) .

En outre, les polysaccharides acides activent les LB et les cellules dendritiques (Yang *et al.*, 2007).



Figure 15 : Section de la racine d'*Angelica sinensis* (Oliv.) (Chao & Lin, 2011).

I-1-2 Des polysaccharides de *Salicornia herbacea*

Salicornia herbacea (Chénopodiaceae) est une plante herbacée annuelle (Figure 16) 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.*, 2013).

Ces dernières années, les études montrent que les polysaccharides acides de cette plante possèdent un effet immunomodulateur des macrophages (Im *et al.*, 2006 ; Lee *et al.*, 2006 ; Rhee *et al.*, 2009). En outre, ils induits la différenciation des cellules monocytaires aux macrophages, et activent directement les LB (Im *et al.*, 2007).



Figure 16 : Présentation de *Salicornia herbacea* (Rhee *et al.*, 2009).

I-1-3 Des Polysaccharides de *Tanacetum vulgare*

Tanacetum vulgare (Asteraceae) ou Tanaisie est utilisée largement en médecine traditionnelle. Les polysaccharides hydrosolubles de cette plante activent les macrophages par l'amélioration de la production des espèces réactives de l'oxygène, de l'oxyde nitrique (ON) et le facteur de tumeur nécrose (TNF- α) comme un effet anti-tumoral (Xie *et al.*, 2007).

I-1-4 Des polysaccharides de *Dendrobium officinale*

Les polysaccharides hydrosolubles (DOP) isolés à partir de la tige de *Dendrobium officinale* exercent des effets immunomodulateurs importantes sur la réponse immunitaire innée médiée par les lymphocytes de la rate, les NK et les macrophages (Xia *et al.*, 2012).

I-1-5 Des polysaccharides du genre *Echinaceae*

Les polysaccharides hydrosolubles isolés à partir d'*Echinaceae* (Figure 17) possèdent des propriétés immunostimulantes (Daniel & Tétou, 2005 ; Bachelet, 2013).

Classen *et al* (2006) ont montré que les polysaccharides arabinorhamnogalactane extrait des parties supérieures d'*Echinacea purpurea* stimulent de manière significative la phagocytose dans le test de clairance du carbone. Ainsi, l'arabinogalactane stimule la phagocytose et la libération de TNF par des macrophages *in vitro* (Classen *et al.*, 2006).

Le polysaccharide extrait des racines d'*Echinacea pallida* induit la production de cytokines TNF- α , IL1, IL6 et l'augmentation de la prolifération des lymphocytes. Il montre ainsi une fonction immunostimulante médiée par l'activation des plaques de Peyer du système immunitaire intestinal (Daniel & Tétou, 2005 ; Classen *et al.*, 2006).



Figure 17 : Présentation d'*Echinacea purpurea* (Bachelet, 2013).

I-1-6 Des polysaccharides de *Trichilia emitica*

Les travaux de Diallo *et al* (2003) sur *Trichilia emitica* (Miliaceae), une plante utilisée en médecine traditionnelle au Mali, montrent que les polysaccharides acides hydrosolubles isolés à partir des feuilles de cette plante présentent une activité immunostimulante sur le système du complément et sur la prolifération des LT et LB (Angone, 2010).

I-1-7 Des polysaccharides de *Biophytum petersianum*

Les travaux sur *Biophytum petersianum* Klotzsch (Oxalidaceae), une plante médicinale du Mali, montrent que les deux polysaccharides AG-I et II isolés de la partie aérienne de cette

plante possèdent une activité immunomodulatrice qui stimule les leucocytes, les macrophages et les cellules dendritiques. Ces polysaccharides présentent aussi une légère activité sur les LT, LB et les NK (Angone, 2010).

I-1-8 Des polysaccharides *Panax ginseng* (Araliacées)

La racine de Ginseng (Figure 18) contient des oligosaccharides, des polysaccharides et des peptidoglycanes. Ces polysaccharides sont immunostimulants de l'immunité innée et pro-inflammatoires (Bachelet, 2013).



Figure 18 : Présentation de *Panax ginseng* (Bachelet, 2013).

I-1-9 Des polysaccharides *Opilia celtidifolia*

Les fractions polysaccharidiques neutres des feuilles d'*Opilia celtidifolia* (Opiliaceae) présentent une forte activité sur le système du complément (Angone, 2010).

I-1-10 Des polysaccharides la baie de goji

Les études de la commission gouvernementale chinoise ont en particulier documenté les propriétés immunostimulantes des polysaccharides hydrosolubles isolés des fruits de baie de goji (Figure 19) (Geng *et al.*, 1988 ; Huang *et al.*, 1990).

Les polysaccharides de baie de goji peuvent augmenter l'activité des cellules T, cytotoxiques et des cellules NK (Geng *et al.*, 1988 ; Huang *et al.*, 1990).

Dans une étude plus récente, les polysaccharides de la baie de goji ont stimulés la production d'IL-2, qui stimule la croissance des cellules sanguines importantes pour le système immunitaire, protégeant des cellules cancéreuses et de l'invasion des microbes (Deng *et al.*, 2003).



Figure 19 : Présentation de la baie de goji (Geng *et al.*, 1988).

I-1-11 Des polysaccharides *Glycyrrhiza glabra*

Les polysaccharides (la glycyrrhizane et les acides type GPI et GPII) de la racine séchée de la *Glycyrrhiza glabra* (Figure 20) sont des stimulants de l'immunité innée, pro-inflammatoires et antibactériens (Bachelet, 2013).



Figure 20 : Présentation de *Glycyrrhiza glabra* (Bachelet, 2013).

I-2 Des polysaccharides des champignons

I-2-1 Des polysaccharides de *Ganoderma lucidum*

Les recherches pharmaceutiques modernes montrent que les extraits polysaccharides à partir des fruits de *Ganoderma lucidum* fermenté, (GLPL) ont des effets physiologiques, y compris un fort immunomodulateur et des activités anti-tumorales. Ils jouent aussi un rôle important dans la modulation de l'immunité et l'inhibition de la prolifération des cellules cancéreuses (Ravey, 2002 ; Shi *et al.*, 2014).

I-2-2 Polysaccharide de *Sarcodon aspratus*

Le traitement des macrophages par le polysaccharide (fucogalactane) extrait de *Sarcodon aspratus* provoque une augmentation de la production de TNF- α d'une manière dépendante à la dose (Mizuno *et al.*, 2000).

I-2-3 Polysaccharide de *Lentinus edodes* (*Shii-také*)

L'étude notamment des chercheurs japonais montrent que le polysaccharide le lentinane isolé à partir de la chair et mycélium de *Lentinus edodes* (Figure 21) présente un effet sur la stimulation du système immunitaire chez les cancéreux. Ainsi, le lentinane stimule la prolifération des LT en présence d'IL-2 (Sánchez, 2006 ; Bruneton, 2009).



Figure 21 : Présentation de *Lentinus edodes* (Bisen *et al.*, 2010)

I-2-4 Polysaccharide de *Cordyceps sinensis*

Un polysaccharide acide hydrosoluble (SPEA-1) isolé à partir de *Cordyceps sinensis* a une activité anti-inflammatoire et immunomodulatrice (Wang *et al.*, 2013).

I-2-5 Polysaccharide du genre *Sclerotium*

Le scleroglucane est un exopolysaccharides sécrété par certains champignons du genre *Sclerotium* possède des propriétés antitumorales (Sánchez, 2006).

I-2-6 Polysaccharide de *Coriolus versicolor*

Le krestin (PSK) parmi les plus importants polysaccharides utilisés cliniquement en Orient isolé du mycélium de *Coriolus versicolor* qui présente une forte activité anticancérigène. Il est très utilisé cliniquement pour combattre le cancer de l'estomac, de l'œsophage, du colon, du rectum et du poumon. Il permet, via son effet immunomodulateur, d'augmenter l'effet antinéoplasique des agents chimiothérapeutiques (Sánchez, 2006).

I-3 Des polysaccharides d'algues

I-3-1 Des polysaccharides de *Sargassum pallidum*

L'étude *in vitro* de Ye *et al* (2008) a montré que les polysaccharides hydrosolubles extraits à partir de l'algue brune *Sargassum pallidum* (Figure 22) possèdent un effet antitumoral (Ye *et al.*, 2008).



Figure 22 : Présentation de *Sargassum pallidum* (Ye *et al.*, 2008).

I-3-2 Des polysaccharides de *Phaeophyceae*

Les fucanes sont des polysaccharides sulfatés présents dans la matrice intercellulaire des algues brunes *Phaeophyceae*. *In vitro*, ces polysaccharides induisent l'agrégation plaquettaire.

Certains fucanes sont anti-inflammatoire et plusieurs fucanes présentent également des potentialités anti-tumorales (Bruneton, 2009).

I-3-3 Des polysaccharides de *spirulina platensis*, *Aphanizomenon flos-aquae* et *Chlorella pyrenoidosa*

La recherche de Pugh *et al* (2001) décrit l'identification de trois préparations de polysaccharides hydrosolubles de masse moléculaire élevée isolés à partir des micro-algues bleu-verte de qualité alimentaire : immuline provenant des *Spirulina platensis* (Figure 23a), immunon d'*Aphanizomenon flos-aquae* (Figure 23b) et immurella de *Chlorella pyrenoidosa* (Figure 23c). Ces polysaccharides sont des puissants activateurs des monocytes/ macrophages et aussi augmente le taux d'interleukine et du facteur de nécrose tumorale α (TNF- α) humains (Pugh *et al.*, 2001).



Figure 23 : Présentation de : **a.** *Spirulina platensis* **b.** *Aphanizomenon flos-aquae*
c. *Chlorella pyrenoidosa* (Pugh *et al.*, 2001).

Conclusion

Conclusion

Les végétaux ont sans aucun doute une importance particulière comme source de principes bioactifs ayant des propriétés thérapeutiques. Parmi ces principes actifs les polysaccharides, sont 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.

Les plantes immunostimulantes à effet global sont des plantes agissant par leurs polysaccharides immuno-actifs. Celles-ci ont aussi des activités anticancéreuses spécifiques selon des expérimentations sur l'animal liées à des constituants différents.

Ce pendant, les études récentes ont montrés que les polysaccharides extraits des végétaux utilisés en médecine traditionnelle présentent des activités importantes sur le système immunitaire. La stimulation de l'immunité par les polysaccharides permet de lutter contre les infections. Elle peut aussi permettre aux personnes souffrant de cancer de mieux supporter la chimiothérapie. On cite par exemple les effets protecteurs d'*Echinacea*, de *Ganoderma lucidum* et de *Sargassum pallidum* : antitumorales par la sécrétion de facteur de nécrose tumoral (TNF- α), les effets de *Lentinus edodes* et la baie de goji immunostimulant et immunomodulatrice sur l'activation des macrophages et des lymphocytes et la libération des cytokines, et l'effet de *Trichilia emitica* sur l'activité du complément.

À côté de ces travaux de nombreuses études et plus récemment ont porté sur le polysaccharide PSK, le lentinane, des extraits de *Ganoderma sp* qui sont commercialisés au Japon en chimiothérapie anticancéreuse

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

Références bibliographiques

Références

Abraham L (2006). Histologie et biologie cellulaires. Origine et destinée des monocytes. Éd : Mosby Inc .PP : 170 -277.

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. PP : 1-8

Bachelet B. (2013). Impact de la phytothérapie sur le système immunitaire. Présentation des plantes médicinales agissant sur le système immunitaire .PP : 1-31.

Bardoulat M. (2007). Les bienfaits de la mer : les ressources maritimes au service de votre santé. Les algues, légumes de la mer et bien plus encore. PP : 3-45.

Baudry Ch & Brezellec H. (2006). Microbiologie-immunologie. 2^{ème} édition. PP : 79-80.

Bauer W. j; Badoud R & Läliger J. (2010). Science et technologie des aliments : principes de chimie. Le glucose. Éd : Presses polytechnique et universitaires romandes. PP : 220-240.

Bergereau E. (2010). Rôle des LT CD8 + Dans l'auto-immunité du SNC : influence des autres effecteurs de l'immunité adaptative. PP : 17-24.

Billat V. (2003). Physiologie et méthodologie de l'entraînement, de la théorie à la pratique. La performance sportive. Éd : De Boeck & Université rue des mimines. PP : 22.

Bisen P.S; BagheR; Sanodiya I, B. S; Thakur G. S & Prasad G. B. K. S. (2010). *Lentinus edodes*: A Macrofungus ith Pharmacological Activities Current Medicinal Chemistry. Vol 17, PP:2419-2430

Brooker C. (2000). Le corps humain : Étude, structure et fonction, le rôle infirmier dans la pratique clinique. L'organisation du corps humain. Biochimie de base. Éd : De Boeck & Université rue des mimines. PP : 7.

Bruneton J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Composés du métabolisme primaire. Éd : Lavoisier. PP : 42-79.

Chao W. W & Lin B. F. (2011). Bioactivities of major constituents isolated from *Angelica sinensis* (Danggui). Review Open Access. Vol: 6. PP: 1-7.

Chapel H; Mansel H & Misbah S. (2004) .Immulogie Clinique. De la théorie à la pratique, avec cas cliniques. Éléments de base : structure et fonction. Éd : De Boeck & Université rue des mimines. PP : 16- 17.

Chatenoud L & Bach J. F. (2008). Immunologie. De la biologie à la clinique. Éd : Lavoisier, Paris. PP: 11-126.

Chen X. P; Li W; Xiao X. F; Zhang L. L & Liu C. X. (2013). Phytochemical and pharmacological studies on Radix *Angelica sinensis*. Chinese journal of natural medicines, vol.6.PP: 577–587.

Chollet R. (2013). Sortir mon père du cancer. Notre stratagème .PP : 84.

Christèle M. (2008) .Les 5 fonctions vitales du corps humains. Anato-mo-physiopathologie. La protection contre les agents étrangers. PP : 31-33.

Christelle B; Jérôme T & Edith U. (2012). Environnement, alimentation, santé. La défense de l'organisme face aux agressions de l'environnement. Éd: Nathalie Ardouin. PP : 79.

Classen B; Thude S; Blascek W; Wack M; Bodinet C. (2006). Immunomodulatory effects of arabinogalactan-proteins from Baptisia and Echinacea: Phytomedicine, vol. 13. PP : 688–694.

Clave P. P ; Michael J. C; Morley C. S; Michael J. W & Brian B. H. (1999) .Pharmacologie intégrée. Médicament et système immunitaire. Section 2: Médicaments Santé et Maladie. 4^{ème} édition. PP : 319

Clos J. (2012). Immunité chez les animaux et les végétaux. Les défenses des animaux contre les agressions biotiques. Édition : Lecoquerre. PP : 406

Coujard R & Poirier J. (1980). Précis d'histologie humaine. Édition : Masson, Paris. PP: 177-179.

Crini G; Badot P. M & Guibal E. (2009). Chitine et chitosane : du biopolymère à l'application. Chitine et chitosane. Préparation, propriétés et principales applications. Éd : Université de Franche – Comté. PP : 21.

Daniel S & Tétou M. (2005). Votre santé par les plantes. PP : 34.

De Reynal B & Multon J. L. (2009). Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. Agents épaississants et gélifiants de nature glucidique. Éd : Lavoisier. PP : 417.

Espinosa. E & Chillet. P. (2010). Immunologie. Éd : Ellipses. PP : 11-100.

Essaidi I ; Brahmi Z ; Snoussi A ; Ben haj koubaier H ; Casabianca H ; Abe N; El Omri A ; Chaabouni M. M & Bouzouita N. (2013). Phytochemical investigation of Tunisian *Salicornia herbacea* L. , antioxydant, antimicrobial and cytochrome P450 (CYPs) inhibitory activities of its methanol extract. Food control. vol : 32. PP: 125-133.

Ferland G. (2003). Alimentation et vieillissement. Les macronutriments. Les presses de l'université de Montréal. Éd : Université de Montréal. PP : 36-37.

Flandroy L. (1996). Histoire stimulante des Sucres. Glycobiologie. J : Biofutur. Vol : 159. PP : 35-41.

Florian H; Lindemeier G; Grellhosh C; Moc I; Berghol. H; Sheider N & Muster B. (2005). Chimie général. Biochimie humaine. Médecine Science. Ed : Flammarion, Paris. PP : 24-34.

Françoise R-M. (1998). L'inflammation. PP : 516-519.

Frénot M & Vierling E. (2002). Biochimie des aliments : Diététique du sujet bien portant. Les glucides. Éd : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. PP : 58-67.

Garon – Lardiere S. (2004). Chimie. Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge. *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). PP : 9.

Geng Ch. (1988). Effects on mouse lymphocyte and T cells from *Lyceum barbarum* polysaccharide (LBP), Zhong Cao Yao (Chinese herbs). PP:25.

Huang G. (1990). Immune boosting effects from Fu fang wu zi yang zong wan (A Chinese patent herb containing *Lycium barbarum* fruit), Zhong Cao Yao (Chinese herbs) PP : 27.

Deng H.B. (2003). Inhibiting affects of *Achyranthes bidentata* polysaccharide and *Lyceum barbarum* on nonenzyme glycation in D-galactose induced mouse aging model, Biomed. Environ. Scien. PP: 267-275.

Gérald K. (2010). Biologie cellulaire et moléculaire. PP : 320-321.

Hames B. D; Hooper N. M & Houghton J. D. (2002). L'essentiel en biochimie .University of Leeds, Leeds, UK. pp : 249-260.

Helen ch ; Mansel H & Misbah. S. (2004). Immunologie Clinique : de la théorie à la pratique. Complement. PP : 19-21.

Hennen. G. (2006). Biochimie. Approche bioénergétique et médicale. Éd : Dunod. PP : 14-19

Hervé G; Bioulac B; Michel R. B; François C; Jacques D. M; Devillier P; Hanoune J; Harf A; Jean –René L; Yvon L;Richard N;Bernerd L; Roger M; François M; Michel P; Bernerd S; Pierre V & Jean –Didier V (2001) .Physiologie humaine. Immunologie Éd : Copyright. PP : 499.

Holliday J & Cleaver M. (2005). Cordyceps Published in "Encyclopedia of Dietary Supplements": Dekker Encyclopedias, Taylor and Francis Publishing. PP: 1-13.

Im S. A; Kim K & Lee C. K. (2006). Immunomodulatory activity of polysaccharides isolated from *Salicornia herbacea*. International Immunopharmacology. Vol. 6. PP : 1451-1458.

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

Jarrige R; Ruckebusch Y; Demarquilly C; Face M. H & Journet M. (1995). Nutrition des ruminants domestiques : ingestion et digestion. Constituant des céréales des graines, des fruits et de leur sous produit. Éd : INRA, Paris. PP : 96-102.

Jouanneau D. (2010). Détermination de la composition et de la distribution des carraghénanes par hydrolyse. PP : 203.

Kindt T. J; Goldsby R. A & Osborne B. A. (2008). Immunologie: Le cours de Janis Kuby avec des questions de révision. Éd : Dunod. PP : 457 -458.

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 ethnopharmacology. Vol : 103. PP: 372-378.

Lehninger A. L. (1989). Glucides : structure et fonction biologique. Biomolécules principe de biochimie. Ed : Flammarion, Paris. PP : 277-301.

Luisot .P. (1983).Biochimie Générale Et Médicale Structurale, Métabolique, Séméiologique.
Ed : Simep. pp:1000

Male D; Jonathan B; David B. R; Ivan R. (2007). Immunologie. Composants du système immunitaire . pp : 3-117.

Male. D. (2005) .Immunologie .Aide –mémoire illustré. Chapitre1 : Introduction au système immunitaire. Éd : De Boeck & Larcier s. a. PP : 2- 62.

Merghem R. (2009). Éléments de biochimie végétale. Biochimie/microbiologie .Ed : université Mentouri Constantine .PP : 15-15.

Michael S. G; Richard B. L & George. R. M. (2002). Neurosciences cognitive: La biologie de l'esprit. Système limbique. Éd : Norton. PP : 441.

Mingliang j; Zhao K; Huang Q; Xu C & Shang P. (2012). Isolation, structure and bioactivities of the polysaccharides from *Angelica sinensis* (Oliv.) .Diels: review. Carbohydrate Polymers. Vol : 89. PP: 713-722.

Mizuno M; Shiomi Y; Minato k; Kawakami S; Ashida H & Tsuchida H.(2000) .Fucogalactan isolated from *Sarcodon aspratus* elicits release of tumor necrosis factor- α and nitric oxide from murine macrophages. Immunopharmacology. Vol : 46. PP: 113-121.

Moussard. C. (2006). Biochimie structurale et métabolique. les glucides : structure et propriétés. Éd : De Boeck Université. PP : 74-77.

Nicolas J. F. (2005). Immunologie médicale. L'enseignement d'immunologie en DC1 à l'UFR Lyon-Sud. PP : 07-10.

Pacheco S. M. (2006). Polysaccharides ayant une activité immunomodulatrice chez les champignons indigènes du Québec. PP : 1-13.

Parham P. (2003). Le système immunitaire. Traduction de l'anglais par christo Atanassov. Révision scientifique de pierre masson. PP : 13.

Percheron F; Perles R & Foglietti M. J. (1981). Glucides. Structure et propriétés. Abrégé de biochimie générale. Éd : Université René Dexartes, Paris. P : 31 -33.

Percheron F; Perlés R & Foglietti M. J. (1981). Abrégé de biochimie générale 2. -glucides-structure et propriétés. Éd : Masson. PP : 31-87.

- Pérez R. (1997).** Ces algues qui nous entourent. Utilisation des végétaux marins. PP : 95-111.
- Rhee M H; Park H-J & Cho J Y (2009).** *Salicornia herbacea*: Botanical, chemical and pharmacological review of halophyte marsh plant. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 3(8). PP. 548-555
- Richard D; Chevalet P; Fournel S; Giraud N; Gros F; Laurenti P; Pradère F & Soubaya T. (2012).** Biologie. Tout les cours en fiches. Les défenses de l'organisme. Éd : Dunod .PP :510-542.
- Richard D; Patrick C; Sylvie F; Giraud N; Gros F & Thierry S. (2012).** Biologie. Tout le cours en Fiches. Licence. CAPES .Prépas . Les défenses de l'organisme. Éd : Dunod. PP : 509-543.
- Roberfoid M. P. (2002).** Influence des produits végétaux et de divers glucides fermentescibles sur la biodisponibilité des minéraux ; Aliments fonctionnels. Éd: Tec1doc. PP: 78.
- Robyt J. F. (1998).** Essentials of carbohydrates chemistry. Éd: C.R .Cantor: Springer. PP: 399
- Roger. C & Jacques. P. (1980).** Précis d'histologie humaine. Éd: Masson, Paris. PP : 159 - 386.
- Roux D & Catier O. (2007).** Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. Les polysaccharides. Éd : Wolters Kluwer. Éd : Wolters Kluwer. PP : 59-64.
- Sánchez M. P. (2006).** polysaccharides ayant une activite immunomodulatrice chez les champignons indigènes du Québec. PP : i-13.
- Sherwood L. (2006).** Physiologie humaine : A Human Perspective. Le sang et les défenses de l'organisme. Éd : Allrights reserved. PP : 346.
- Shi M; Yang Y; Hu X & 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. PP: 50-56.
- Sindic M. (2010).** Valorisation de l'amidon de blé : Incidences des modalités. Chapitre1 : L'amidon. PP : 12.

Strowig T ; Brilot F & Arrey F. (2008). Tonsilar NK cells restrict B cell transformation by the Epstein-Barr virus via IFN- γ . PLoS Pathogens. PP : 27.

Vaubourdolle. M. (2007). Biochimie, Hématologie, physiologie des monocytes macrophages .pp : 814.

Voet. D & Voet. J. G. (2005). Biochimie. Sucres et polysaccharides. Éd: All rights reserved. De Boeck université, paris. PP: 356-858.

Wang Q; Haixue K; Yang S; Yanping S; Jian F; Rui G & Kelvin C. (2013). b- Review Naturally derived anti-inflammatory compounds from Chinese medicinal plants. Journal of Ethnopharmacology. Vol.46.PP: 9-39.

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

Xie. G; Schepetkin I A; Quinn M .T. (2007). Immunomodulatory activity of acidic polysaccharides isolated from *Tanacetum vulgare* L: International Immunopharmacology .Vol.7. PP:1639–1650.

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. PP: 636-643.

Yves R. (2008). Biopolymère Dynamique : OLIGO université louis pasteur Strasbourg. PP : 44-48.

Résumé

Abstract

Polysaccharides presented in this work are plant-based macromolecules, fungi or algae, some of them having immunomodulating, immunostimulating and antitumor properties.

In this work, we present the recent studies of plant extracts polysaccharides, which are widely used in traditional medicine. They primarily stimulate macrophages, activated cells of the immune system (LT, LB, dendritic cells), and modulate tumor necrosis factor secretion (TNF- α) and production of various cytokines. Polysaccharides such as those of the plant of *Echinaceae*, the fungal *Sarcodon aspratus* and *Sargassum pallidum* algae have the capacity to inhibit the proliferation of cancer cells by stimulating the release of tumor necrosis factor TNF- α .

This type of study and approach, still marginal, deserves to be generalized to other medicinal plants. This property of certain polysaccharide extracts could be a therapeutic supplement of choice in immunocompromised patients.

Keywords: polysaccharides, medicinal plants, immunostimulant, immunomodulatory, antitumor.

المخلص

خصت هذه الدراسة عديدات السكريات للأعشاب الطبية من نباتات و فطريات او طحالب , البعض منها يملك أنشطة معدلة مناعية , محفزة مناعية ومضادة للأورام.

من خلال هذا العمل تم تقديم نتائج بعض الدراسات الحديثة لأنشطة بعض مستخلصات عديدات السكريات النباتية والتي تستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي. فهي اساسا تحفز البالعات الكبيرة , تنشط خلايا المناعي (اللمفاويات T , اللمفاويات B, والخلايا الجذعية) , وتعديل افراز عامل نخر ورم (TNF- α) وإنتاج مختلف السيتوكينات. عديدات السكريات مثل تلك الخاصة بنبات *Echinaceae* و الفطر *Sarcodon aspratus* والطحلب *Sargassum pallidum* لديها القدرة على منع انتشار الخلايا السرطانية عن طريق تحفيز تحرير عامل نخر الورم (TNF- α).

تبقى هذه الدراسات غير شاملة , تستحق أن تعمم على باقي النباتات الطبية التي لم يلتفت فيها الى عديدات السكريات كمركبات فعالة. اذ ان هذه الخواص لعديدات السكريات يمكن ان استعمالها كمرافقات في علاج المرضى الذين يعانون من نقص المناعة.

الكلمات المفتاحية : عديدات سكريات , النباتات الطبية , محفز مناعي , معدل مناعي , مضاد للأورام.

Présenté et soutenu par :

Rouabah Kenza
Boukandoul Besma

Date de soutenance:

Le : 15 /06/2015

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Spécialité : Toxicologie et santé**

Des polysaccharides extraits des végétaux et le système immunitaire

Résumé

Les polysaccharides situés dans cette étude sont des macromolécules à base des plantes, des champignons ou des algues, certaines d'entre eux ayant des activités immunomodulatrices, immunostimulantes et antitumorales.

Dans ce travail, nous présentons des études récentes sur certains extraits des polysaccharides végétaux, qui sont largement utilisés dans la médecine traditionnelle. Ils stimulent principalement les macrophages, activent les cellules du système immunitaire (LT, LB, cellules dendritiques), et modulent la sécrétion de facteur de nécrose tumorale (TNF- α) et la production des différentes cytokines. Ainsi des polysaccharides d'*Echinaceae*, de *Sarcodon aspratus* et de l'algue *Sargassum pallidum* ont la capacité d'inhiber la prolifération des cellules cancéreuses en stimulant la libération de facteur de nécrose tumorale TNF- α .

Ce type d'étude et d'approche, encore marginale, devrait être généralisé aux autres plantes médicinales. Ces propriétés de certains extraits polysaccharidiques pourrait constituer un complément thérapeutique de choix chez des patients immunodéprimés.

Mots clés : Polysaccharides, plantes médicinales, immunostimulant, immunomodulateur, antitumorales.

Président du jury : Mm. S. Amedah (Pr- UFM Constantine).

Rapporteur : Mm. H. Tour (MC- UFM Constantine).

Examineurs : Mr. M. Benrebai (MA- UFM Constantine).

Mm. A. Latreche (MA- U Constantine)