



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en
Sciences biologiques
Spécialité : Biochimie appliquée

**Contribution l'étude des polysaccharides hydrosoluble de
Solanum nigrum L. récoltée dans la région d' EL-Oued
(Sahara Algérien) : activités biologiques .**

Présentés par
M^{elle} DJELASSI Meriem
M^{elle} OTHMANI Chaima

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} MEDILA IFriqya

M.C.A, Université d'El Oued.

Examineur : Mr GHANIA Ahmed

M.A.A ,Université d'EL-Oued

Promotrice : M^{me} YOUMBAI Asma

M.A.A ,Université d'EL-Oued

Année universitaire 2020/2021



Remerciement

En premier lieu,, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite

*Nous tenons à remercier chaleureusement notre promotrice, Madame **Dr YOUMBAI Asma** maître assistant A à la faculté des sciences de la nature et de la vie Université d'El Oued, pour son aide, ses conseils, son orientation et sa grande gentillesse. Merci pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire, pour votre présence et votre disponibilité permanente.*

*Nos sincères remerciements et considérations sont exprimés à Madame **Dr. MEDILA Afriqya** Pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury
Notre profonde gratitude s'adresse également **Dr GHANIA Ahmed** qui consacreront leur temps pour examiner ce travail.*

*On adresse nos sincères remerciements au chef de département de biologie cellulaire et moléculaire **Dr TLILI Mohammed Laid** et **Dr DEROUICHE Samir***

*On adresse nos sincères remerciements à tout l'ensemble des membres du laboratoire de département de la science de la nature et de la vie de l'université **ECHAHID HAMMA LAKHDAR**, El Oued En dernier lieu.*

*Nous tenons à remercier beaucoup Melle **HARZOULI Takwa** et **BEN KHALIFA Aya** pour leurs aides précieux.*

Enfin, nous remercions gracieusement toute personne qui a contribué de près ou de loin.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes plus chers êtres au monde :

*À la mémoire de mon père **Youssef** : ce travail est dédié à mon père , décédé trop tôt , qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études , j'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. puisse dieu , le tout puissant , l'avoir en sa sainte miséricorde!*

*À ma mère **Zohra** pour leur amour, leur tendresse,
et pour leur soutien durant toutes les étapes de ma vie. J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'elle a fait pour moi, que Dieu leur prête tout le bonheur.*

*À mon chère frère **Abderrahim** et mes belles sœurs **Karima** et son époux **Sofienne** , **Nadjet** et son époux **Abderrazak** , **Djauida** et son époux **Bilal** , et ma petite sœur **Sabrina** . Pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.*

*À mes yeux: **Rim** que Dieu leur prête tout le bonheur.*

*À mon chère et belle binôme : **Mariem** .*

À tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire .Pour tout leur amour, leur soutien, leur encouragement, leur assistance et leur présence dans ma vie.

À toute mes chères ami (e)s

Merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.

À tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

À toute ma famille.

Chaima



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes plus chers êtres au monde :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et Source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite, que dieu te garde, à toi

Mon père : Mohamed Lamine

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman SOUAD , pour leur soutien durant toutes les étapes de ma vie. J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'elle a fait pour moi, que Dieu leur prête tout le bonheur.

A mes belles sœurs Oeufa et son époux Abde El Moez , Laila et son époux Salim , Amel et son époux Kamel, et ma petite sœur Manar . Pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.

A mon fiancé FARES pour son appui moral et son aide tout le long de ce travail.

A mon chère et belle binôme : Chaima

A tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire .Pour tout leur amour, leur soutien, leur encouragement, leur assistance et leur présence dans ma vie.

A toute mes chères ami (e)s Merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.

A tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

A toute ma famille.

Meriem

Résumé

L'étude des polysaccharides hydrosolubles des fruits matures *Solanum nigrum* (Solanaceae), une plante spontanée à caractère médicinal, récoltée dans la région d'El Oued a permis d'isoler par macération deux fractions polysaccharidiques hydrosolubles. Une fraction (E01) et (E02). L'étude note un rendement massique égale 2,4% pour (E01) et 4.6 % pour (E02). L'étude de la composition chimique des extraits bruts, laisse apparaître des taux d'oses totaux de 25% (E01) et de 06% de (E02), des oses neutres de 11% (E01) et 03% (E02). L'activité antioxydante est évaluée par la méthode de DPPH, dans laquelle l'activité antioxydante indique que les échantillons obtenus possède un pourcentage d'inhibition de 67% (E01) et 73,2% (E02) pour une concentration de 0,1mg/ml. La mesure de TCA de l'activité anticoagulante, donne 45,5s pour (E01) et 41,8 s pour (E02) Ces valeurs sont supérieures à celle du contrôle normal 30 s. Des effets remarquables des échantillons sont obtenus pour le TP avec des valeurs 14 s de (E01) et 13,25 s de (E02). Par addition, l'activité antiulcéreuse est évalué par l'administration intra gastrique d'éthanol, l'extrait polysaccharidique SNP aux différentes doses (50 et 75 mg/kg), et le médicament Oméprazole 20mg/kg. Au cours de cette étude, deux paramètres ont été évalués: le pourcentage de protection et d'ulcération. Les résultats montrent que l'extrait de SNP ont des pourcentages d'ulcération de 1,15% (50mg/ml) et 0,97 (75mg/ml) et des pourcentages de protection de 43% pour la dose 50mg/kg et 51% pour la dose 75mg/kg de SNP, et 60% pour la dose de 75mg /ml de XP ces résultats sont significative par rapport aux control positif (Ompérazole).

Les mots clés : *Solanum nigrum*, polysaccharides hydrosolubles, activité antiulcéreuse, *in vivo*.

Abstract

The study of water-soluble polysaccharides from mature fruits *Solanum nigrum* (Solanaceae), a spontaneous medicinal plant, collected in the region of El Oued. allowed two water-soluble polysaccharide fractions to be isolated by maceration. A fraction (E01) and (E02). The study notes a mass yield equal to 2.4% for (E01) and 4.6 % for (E02). The study of the chemical composition of the crude extracts shows total dose levels of 25% (E01) and 06% (E02), neutral doses of 11% (E01) and 03% (E02). The antioxidant activity is evaluated using the method of elimination of free radicals (DPPH) in which the antioxidant activity indicates that the samples obtained have a percentage inhibition of 67% (E01) and 73.2 % (E02) for a concentration of 0.1 mg / ml. The TCA measurement of the anticoagulant activity gives 45.5s for (E01) and 41.8 s for (E02) These values are greater than that of the normal 30 s control. Remakable effects are obtained for the TP with values of 14 s of (E01) and 13.25 s of (E02). By addition, the antiulcer activity is evaluated by the intragastric administration of ethanol, the SNP polysaccharide extract at different doses (50 and 75 mg / kg) and the drug Omeprazole 20 mg / kg. During this study, two parameters were evaluated: the percentage of protection and ulceration. The results show that the SNP extract has ulceration percentages of 1.15% (50mg / ml) and 0.97 (75mg / ml) and protection pourcentages of 43% for the 50mg / kg dose and 51% for 75%. Dose of SNP and 60% for the dose of 75mg /ml of XP These results are significant compared to the positive control.

Key words: *Solanum nigrum* , water-soluble polysaccharides ,antiulcer activity , *in vivo* .

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى استخلاص السكريات المتعددة القابلة للذوبان في الماء من الثمار الناضجة من نبتة *Solanumnigrum* (Solanaceae) التي تم جمعها في منطقة الوادي حيث تم عزل جزيئين من متعددة السكريات القابلة للذوبان في الماء سميت ب E01/E02 . تم التحصل على المرود النسبي 2.4 بالنسبة ل E01 و 4.6 بالنسبة ل E02 .

أظهرت الدراسة التركيب الكيميائي للمستخلصات الخام، نسبة سكريات اجمالية قدرها 25 % بالنسبة ل E01 و 6 % بالنسبة ل E02 ونسبة سكريات متعادلة 11 % بالنسبة ل E01 و 3 % بالنسبة ل E02 ، تم تقييم النشاط المضاد للأوكسدة بطريقة ارجاع الجذور الحرة DPPH ، حيث بينت النتيجة المتحصل عليها لنشاط المضاد الاكسدة الى أن العينات المتحصل عليها لها نسبة تثبيط بالنسبة للتركيز 0.1 ملغ/ مل ، 67 % بالنسبة ل E01 و 73.2 % بالنسبة ل E02 .

أعطى اختبار قياس TCA للنشاط المضاد للتخثر لهذه القيم 45.5 ثانية بالنسبة ل E01 و 41.8 ، بالنسبة ل E02 وهي قيم أكبر من القيم الخاصة بالشاهد حيث مدة تخثره 30 ثانية.

أعطى اختبار TP ا هذه القيم 14 ثانية بالنسبة ل E01 ، 13.25 بالنسبة ل E02 . ، يتم تقييم النشاط المضاد للقرحة عن طريق إعطاء الإيثانول داخل المعدة ، ومستخلص عديد السكاريد SNP بجراجات مختلفة (50 و ملغ / كلغ) و عقار أوميبرازول 20 ملغ / كلغ. خلال هذه الدراسة ، تم تقييم معلمتين: النسبة المئوية أظهرت النتائج أن مستخلص SNP له نسب تقرح 50 (1.15% مجم / مل) و 75 (0.97 مجم / مل) و 43% حماية لجرعة 50 مجم / كجم و 51% للجرعة 6% .

الكلمات المفتاحية: عنب الذيب ، السكريات القابلة للذوبان في الماء ، النشاط المضاد للتقرح , وسط حيوي .

Liste des Abréviations

IL	interleukine
ADN	Acide Désoxy ribonucléique
AMPC	Adénosine Mono phosphate cyclique
AINS	Anti –inflammatoire non stéroïdiens .
TNF	Tumor Nécrose Facteur
COX1	Cyclo –Oxygénase 1
BCL-2	L'oncorporation cellule B
SNL-P	<i>Solanum nigrum</i> polysaccharide
GT	Grosse tubérosité
HCL	Acide chlorhydrique
H +	Cation de hydrogène
K +	Cation de potassium
ATPase	Adénosine triphosphate synthase
H ₂ CO ₃	L'anhydrase Carbonique .
RCPG	Récepteurs couplés à la phospholipase C
IP3	Inositol triphosphate
DAG	diacylglycérols .
Ca ⁺	Cation de calcium
VIP	Vasoactive Intestinal Peptide .
GIP	Peptide insulinothrique dépendant du glucose .
ECL	Enterochromaffine –Like cells .
SST	Cellules Somatosine

Table des matières

Résumé

Abstract

Liste des Abréviations

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie 1 Synthèse bibliographique

Chapitre I Généralité sur les polysaccharides

I.Généralités sur les polysaccharides	5
I.1. Source des polysaccharides	6
I.1.1. Polysaccharides végétaux.....	6
I.1.2. Polysaccharides animaux	7
I.1.3. Polysaccharides microbiens.....	8
I.2. Activités biologique de polysaccharides	9
I.2.1. Activité antidiabétique	9
I.2.2. Activité anticoagulante.....	10
I.2.3. Activité anti-inflammatoire	11
I.2.4. Activité antioxydante	11

Chapitre II Généralité sur l'estomac

II.- Anatomie et rôle de l'estomac	13
II .1 Anatomie.....	13
II .2. Histologie de l'estomac	14
II.3. Physiologie de sécrétion gastrique	16
II.4. Mécanisme de sécrétion acide.....	17
II.5. -Régulation de sécrétion gastrique	18
II.6 Mécanisme de défense de La barrière muqueuse.....	20
II.7. Pathologie gastrique	20
II.7.1. - Ulcères Gastriques.....	21
II.7.1.1.- Définition	21

II.7.1.2.- Physiopathologie	21
-----------------------------------	----

Chapitre III Solanum nigrum L

III. <i>Solanum nigrum</i> L.....	24
III.1. Famille des Solanaceae.....	24
III.2.- Espèce <i>Solanum nigrum</i> L .(Nom commun : Morelle noire)	24
III.2.1 Anatomie et Morphologie.....	24
III.2.2. Écologie	26
III.2.3. Phytochimie de <i>Solanumnigrum</i>	27
III.2.4. Etudes antérieurs sur les activités biologiques de <i>Solanum nigrum</i>	27
III.2.4.1. Activité antibactérienne	27
III.2.4.2. Activité anticonvulsivante	27
III.2.4.3. Activité antivirale	28
III.2.4.5. Activité anti-inflammatoire.....	28
III.2.4.6. Activité antioxydante.....	29
III.2.3.7. Autres activités	29

Partie 2: Etude expérimentale

Chapitre I Matériel et méthodes

I.1.Principe adopté	31
I.2.Matériel d'étude.....	31
I.2.1. Matériel biologique	31
1.L'espèce végétale : <i>Solanum nigrum</i>	31
1.1 Position systématique	31
1.3. Utilisations traditionnelles	32
I.3 Extraction des polysaccharides hydrosolubles	34
I.4 .- Composition des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles	35
I.4.1.- Dosages des oses totaux.....	36

I.4.2.- Dosage des oses neutres :.....	36
I.4.3 Dosage des protéines (Bradford, 1976).....	37
I.4.4.- Dosage des composés phénoliques totaux	37
I.4.5.- Analyse spectroscopique par Infrarouge (IR-TF)	38
I.5. Activités biologiques des polysaccharides	38
I.5.1 Evaluations de l'activité antioxydante <i>in vitro</i>	38
I.5.2. - Activités anticoagulantes des extraits bruts polysaccharidiques	40
I.5.3. - Activités antiulcéreuses des extraits bruts polysaccharidiques	40
I.6. Analyse statistique	42

Chapitre II Résultats et discussion

II.1.Rendement et caractéristiques des polysaccharides hydrosolubles de <i>solanum nigrum</i>	44
II.1.1. Caractéristiques de l'extrait polysaccharidique des fruits de <i>solanum nigrum</i>	44
II.1.2- Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles de <i>Solanum nigrum</i>	45
II.1.3 Composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble.....	45
II.2. Analyse qualitative des groupements fonctionnels par Infra -Rouge	48
II.3.-Activités biologiques de l'extrait brut polysaccharidique	49
II.3.1.-Activité antioxydante.....	49
II.3.2.- Activité anticoagulant de l'extrait polysaccharidique	51
II.3.2.1. Test de céphaline Kaolin (TCA).....	51
II.3.2.2.- Test de temps de Quick (TQ).....	52
II.3.3 Activité antiulcéreuse	52
II.3.3.1.- Evaluation de l'activité anti-ulcéreuse	52
II.3.3.2.- Evaluation des pourcentages d'ulcération (indice d'ulcération) et de protection par l'image J	54
II.4. Etude statistique	54
II.4.1. Indice d'ulcérations	55
II.5. Etude histopathologique	56

<i>Conclusion</i>	43
<i>Références bibliographiques</i>	62
<i>Annexes</i>	74

Liste des figures

N	TITRE	PAGE
01	Anatomie interne et externe de l'estomac	14
02	les différent couche de la musculouse de l'estomac	15
03	histologie de la muqueuse gastrique	15
04	Anatomie de Muqueuse gastrique	17
05	Mécanisme de la sécrétion acide par la cellule pariétale et le fonctionnement del'ATPase	18
06	Régulation la sécrétion gastrique.	19
07	Eléments de la barrière muqueuse gastrique	20
08	Représentation l'ulcère gastrique	21
09	photo original de plante entier spontané dans la région de Guemar	33
10	Schéma général des différentes étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles.	35
11	réduction le DPPH par un antioxydant	39
12	les différentes solution administrés chez les rats	41
13	Extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles de <i>Solanum nigrum</i>	44
14	Composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble de <i>Solanum nigrum</i> issu d'éthanol.	46
15	Composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble de <i>Solanum nigrum</i> issu d'isopropanol.	46
16	Spectre d'absorption IR des polysaccharides hydrosolubles extrait de fruit <i>Solanum nigrum</i> (A.- E01 l'éthanol, et B.- E02 l'isopropanol).	48
17	Représentation graphique de pourcentage d'inhibition de radical DPPH pour l'extrait polysaccharidique et le BHA.	49
18	Temps (seconde) de céphaline activée (TCA) pour Les deux échantillons pour une concentration de 100µg/10µl	51
19	Les estomacs	53
20	Effet de l'administration orale de l'éthanol (contrôle -), de l'Oméprazole (contrôle +),et de l'extrait SNP et XP sur l'induction de l'ulcère gastrique chez des rats .	55
21	Effet de l'administration orale de l'extrait APGP, et du contrôle + (Oméprazole) sur la protection contre l'ulcère gastrique chez les rats	56
22	Photographie Originale des coupes histologiques des estomacs	57

Liste des tableaux

N	TITRE	PAGE
01	Quelques polysaccharides d'origine végétal et leurs sources.	07
02	Quelques polysaccharides d'origine animal et leurs sources.	08
03	Quelques polysaccharides d'origine microbiens et leurs sources	09
04	Caractéristiques morphologiques de différentes parties de <i>Solanum nigrum</i>	24
05	Utilisation de différent partie de <i>Solanum nigrum</i>	32
06	Caractéristiques et rendement des polysaccarides hydrosolubles de <i>Solanum nigrum</i>	44
07	Les valeurs d'IC ₅₀ et AAI d'inhibition des radicaux DPPH	50
08	Résultats de test TP pour l'activité anticoagulante de l'extrait polysaccharidique	52
09	Résultats d'ulcération et d'inhibition calculés par image J	54

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'homme utilise les plantes trouvées dans la nature, pour traiter et soigner des maladies (SANAGO , 2006). Les plantes médicinales constituent un groupe de plantes ayant une grande importance socio-économique. Elles contiennent de composants actifs utilisés dans le traitement de diverses maladies ,ces composants actifs les plus importants les alcaloïdes, les glucosides ,les polysaccharides, et les huiles essentielles(SEREME *et al.*, 2008) .

Nombreuses études ont mis en évidence la présence de métabolites secondaires doués d'activités biologiques telles que les polyphénol les alcaloïdes, les terpènes, ...etc(BOUDJOUREF,2011), des métabolites primaires aussi peuvent jouer le rôle de principes actifs notamment dans le cas de polysaccharides végétaux qui sont largement utilisés en pharmacopée traditionnelle (BRIDIEUX ,2007 ; WARRAND ,2004) .

La famille des solanacées comporte un grand nombre d'espèces, dont la découverte a été progressive, la classification des solanacées est effectuée selon leur morphologie ,en particulier leurs structure de la fleur ,de la graine et de l'embryon. Le genre *solanum* est très vaste (environ 1000 espèces) et largement distribué dans le monde .il y a cependant une forte concentration d'espèces en Amérique du sud et Amérique central.

Le présent travail s'oriente vers l'étude des polysaccharide hydrosolubles de fruit de *Solanum nigrum* qui est plante spontanée à caractère médicinal récoltée dans la région d'El – Oued (Sahara septentrional Algérien). Le but de cette étude est l'évaluation des activités antioxydantes, anticoagulantes, et anti ulcéreuse des polysaccharides hydrosolubles des fruits de *Solanum nigrum*.

La présenteétude est structurée en deux parties , le premier partie qui concerne la partie bibliographique , aborde toutes les notions théoriques, sur l'estomac , sur les polysaccharides et leur activités biologiques, et les caractéristiques de la famille et de la plante investie, dans le deuxième partie, l'étude expérimental sera décrite ,dont matériels et méthodes utilisées, et consacrées à l'illustration de tous les résultats obtenus suivis par une discussion appropriée .En fin une conclusion générale suivie par des perspectives achèvent le présent travail.

Partie 1
Synthèse bibliographique



Chapitre I
Généralité sur les
polysaccharides



Ce partie présente quelques généralités sur les polysaccharides et leur activités biologiques, généralité sur l'estomac et leur rôle et généralité sur le planta *Solanum nigrum* .

I. Généralités sur les polysaccharides

Les polysaccharides, également nommés glycanes, sont des polymères naturels, non toxiques, biocompatibles et biodégradables, condensés et composés de longues chaînes des unités monosaccharidiques. Leur hydrolyse complète est fait par l'utilisation des acides ou des enzymes spécifiques .ils peuvent être linéaires (cellulose), substitués (galactomannanes),ou ramifiés (gomme arabique), qu'ils peuvent posséder différents degrés de ramification, c'est-à-dire peu branchés, avec des ramifications régulièrement ou irrégulièrement espacées, courtes ou longues .(DONATO *et al.*, 2015).

En raison de leur composition en unités monosaccharidique , les polysaccharides peuvent être classés en homopolymères (c'est-à-dire formés des mêmes répétitions de monosaccharides, comme le glycogène, l'amidon, la cellulose, le pullulant, la pectine, etc... ou des hétéropolymères (c'est-à-dire formés de différentes unités de monosaccharides, comme le chitosan , l'héparine, l'acide hyaluronique , le sulfate de chondroïtine, le sulfate de kératan, le sulfate d'héparan et le sulfate de dermatan) (YUEFAI , 2019).

Les polysaccharides constituent l'une des familles de biopolymères les plus abondantes et les plus diverses. Leur structures primaires sont varient en composition, séquence, poids moléculaire, configuration anomérique, position de liaison et densité de charge. Une variabilité supplémentaire provient de la sensibilité de leurs structures d'ordre supérieur aux changements environnementaux, tels que la force ionique et le degré d'hydratation.

La présence des groupements non sucré dans leur structures tels que les sulfates ou certains acides organiques augmente leur complexité structurale. Dans ces polymères, les monosaccharides sont liés par des liaisons glycosidiques entre l'hydroxyle du carbone anomérique d'un ose et de n'importe hydroxyles d'un autre ose. Les liaisons glycosidiques qui unissent les monosaccharides peuvent avoir des configurations α ou β . En termes de nomenclature les polysaccharides sont nommés par le monosaccharide majoritaire suivi du suffixe « ane » comme dans le cas des glucanes (glucose) ou des xylanes (xylose). Si plusieurs monosaccharides différents sont présents dans la structure de ces macromolécules on associe le second voir le troisième monosaccharide (en termes de représentation) avec la même nomenclature (ex des galactomannanes ou des glucuronoarabinoxylanes) (ZONG *et al.*, 2012).

Les polysaccharides présentes en abondance dans le corps humain, les animaux, les plantes, les micro-organismes et les organismes marins tels que les algues et ils jouent un rôle important dans le système immunitaire, la croissance et le développement, la coagulation du sang, la fécondation, la prévention de la pathogénèse et l'efficacité thérapeutique (NDIDI, 2018).

Ces polymères ont été perfectionnés à partir de nombreuses caractéristiques de la nature, notamment le stockage de l'énergie (amidon et glycogène), le support structurel des plantes (cellulose), l'adhésion interphase dans les parois cellulaires des plantes (hémicellulose), les composants des parois cellulaires des plantes et les lamelles moyennes (pectine), des rôles structurels dans l'assemblage d'aggrégat et des composants extracellulaires (acide hyaluronique), le soutien structurel chez les arthropodes (chitine), les constituants des parois cellulaires (alginate), les constituants extracellulaires anioniques des parois cellulaires (gomme gellan) et les composants de l'enveloppe des graines (enveloppe de psyllium).

Les polysaccharides sont facilement obtenus à partir de sources naturelles, donc ils sont des candidats idéaux pour l'administration des médicaments et les applications biomédicales, et en raison de leur poids moléculaire élevé, ils s'accumulent dans l'organisme, se dégradent en unités plus petites et subissent finalement une clairance rénale rapide (ROBERTA, 2018).

I.1. Source des polysaccharides

I.1.1. Polysaccharides végétaux

À l'heure actuelle, les polysaccharides extraits de sources végétales sont largement utilisés à diverses fins industrielles en raison de leur biodégradabilité, de leur durabilité, de leur charge de traitement plus faible et de leur plus grande abondance dans la nature. Divers polysaccharides végétaux comprennent des ensembles structurellement différents de biomatériaux macromoléculaires polysaccharidiques avec une gamme plus large de caractéristiques physico-chimiques. Actuellement, la recherche de nouvelles sources de polysaccharides végétaux ont été continuellement avancées en termes de variété et de propriétés (PAL *et al.*, 2170). Certains polysaccharides végétaux importants et leurs sources sont mentionnés dans le tableau 01.

Tableau 01 : quelques polysaccharides d'origine végétal et leurs sources.

polysaccharides	Source		References
	Nom botanique	Famille	
Gum Arabica	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Acacia Arabica</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Leguminosae 	(NAYAK <i>et al.</i> ,2012)
Guar gum	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cyamom psistetrag anolobus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Leguminosae 	(KRISHNAIAH <i>et al.</i> , 2001)
Sterculia (karaya) gum	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Sterculia urens</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Sterculiaceae 	(NAYAK <i>et al.</i> ,2016)
Locust bean gum	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ceratoniasiliqua</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabaceae 	
Tamarind gum	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tamarindusindica</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Leguminosae 	(NAYAK,2017)
Okra gum	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hibiscus esculentus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Malvaceae 	(SINHA ,2015)
Gum cordia	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cordia oblique</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Boraginaceae 	(AHUJA ,2010)
Potato starch	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Solanumtuberosum L.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Solanaceae 	(MALAKAR <i>et al.</i> , 2017)
Aloe mucilage	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aloe barbadensis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Liliaceae 	(JANI ,2007)

I.1.2. Polysaccharides animaux

Les polysaccharides d'origine animale jouent un rôle impératif au fur et à mesure de leur composition tissulaire démontre un effet biomédical significatif. La matrice extracellulaire dans les tissus animaux constituée d'un réseau interconnecté d'hétéropolysaccharides et de protéines fibreuses est remplie d'une substance gélatineuse qui soutient l'adhésion cellulaire ainsi que la croissance cellulaire. Cela facilite également les voies poreuses pour la diffusion de l'oxygène et des nutriments vers les cellules individuelles (ANGEKIS *et al.*, 2010). Par exemple, divers hétéropolysaccharides sont bien connus sous le nom de glycosaminoglycanes, appartenant à un groupe de polymères linéaires comprenant des unités répétitives de disaccharide . Différents glycosaminoglycanes comprennent l'acide hyaluronique, le chondroïtine sulfate, l'héparine et le héparanesulfate , le kératine sulfate, le dermatane sulfate, etc. . Outre les glycosaminoglycanes, la chitine et le chitosane (c'est-à-dire le dérivé désacétylé de la chitine) appartiennent également

aux polysaccharides animaux, qui sont largement exploités dans différentes utilisations biomédicales, y compris l'administration de médicaments, l'ingénierie tissulaire, la cicatrisation des plaies. Certains polysaccharides animaux importants et leurs sources sont énumérés dans le tableau 02 .

Tableau 02 : quelques polysaccharides d'origine animal et leurs sources.

polysaccharides	Source
Chitin et chitosan	Chitine et chitosan (dérivé désacétylé de la chitine) extraits des arthropodes ; existe généralement sous forme de poudres, Granules ou feuilles.(RAY 2018).
Le chondroïtine sulfate	Le chondroïtine sulfate (un mucopolysaccharide) est présent dans les ligaments, les cartilages, les tendons, etc. (MOTASHAMIANA 2018).
Acide hyaluronique	L'acide hyaluronique (un polysaccharide non sulfaté) est le composant de la matrice extracellulaire. Dans le corps humain, l'acide hyaluronique est présent dans la plupart des tissus conjonctifs. (PAPAKONSTANTINOUS 2012)
Héparine sulfate	L'héparine est biosynthétisée et est stockée dans les mastocytes . (CASU 2015).
Héparan Sulfate	Héparane (un protéoglycane) est généralement présent à la surface des cellules et dans la matrice extracellulaire. (CASU 2015).
Dermatan sulfate	Le dermatan sulfate (un glycosaminoglycane) est présent surtout dans la peau, les vaisseaux sanguins, les valves cardiaques et les tendons . (TROWDRIDGE 2002).
kératine Sulfate	Le sulfate de kératine (un glycosaminoglycane sulfaté) est surtout présent dans le cartilage, la cornée et les os . (FUNDERBURGH 2000).

I.1.3. Polysaccharides microbiens

Une énorme quantité de polysaccharides est produite par les micro-organismes en présence d'une ressource supplémentaire en carbone. Certains des polysaccharides fonctionnent comme des substances de stockage et sont excrétés par les cellules.

Les polysaccharides obtenus à partir des micro-organismes peuvent être de caractère neutre (par exemple, dextrane) ou acide (par exemple, gomme gellane), aussi ces polysaccharides sont récemment explorés et exploités pour diverses applications biomédicales. Les sources microbiennes,

par rapport aux sources végétales et aux sources d'algues, à l'échelle commerciale, sont favorisées pour la production économique et durable de polysaccharides car ils obtiennent des rendements rapides et élevés dans un environnement de fermentation entièrement contrôlé (BHATIA ,2016). Certains polysaccharides microbiens importants et leurs sources sont énumérés dans le tableau 03 .

Tableau 03 :quelques polysaccharides d'origine microbiens et leurs sources (MOZAMMIL *et al.*, 2006).

polysaccharides	Source
Dextrans	Produits par <i>Leuconostocmesenteroides</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Acetobacter sp</i> (ANIRUDHAN, 2016).
Gomme de xanthane	Produite par la bactérie <i>Xanthomonascampestris</i> (SHILEDAR , 2014).
Gomme gellane	Produite par la bactérie <i>Pseudomonas elodea</i> (NAYAK, 2014).
Pullulan	produit par <i>Aureobasidiumpullulans</i> .
Curdlan	Produit par des bactéries non pathogènes <i>Agrobacteriumbiovar</i> (Guo, 2014).
Scléroglycane	Obtenu par la fermentation de <i>Sclerotiumrolfsii</i> (HAN, 2015).
Emulsan	Produit par <i>Acinetobactercalcoaceticus</i> (RUBINOVITZ, 1982).
Alginate bactérien	Produit par les bactéries <i>Pseudomonas aeruginosa et Azotobacter vinelandii</i> HASNAIN , 2018).

I.1.3. Polysaccharides d'algues

Les algues marines sont très riches en polysaccharides, par exemple en glycosaminoglycanes (comme l'agar-agar, les alginates, etc.). Une grande attention a déjà été portée à l'extraction et à la caractérisation des polysaccharides d'algues marines en raison de leurs divers avantages pour la santé. Pour cette raison, ces polysaccharides naturels (algues polysaccharides) ont déjà suscité un intérêt croissant pour l'utilisation dans diverses applications biomédicales. Ils sont souvent intimement associés à diverses activités pharmacologiques telles que les activités anticoagulantes, antioxydantes, antitumorales et immunomodulatrices (MOZAMMIL *et al.*, 2006).

I.2. Activités biologique de polysaccharides

I.2.1. Activité antidiabétique

Le diabète sucré est devenu l'une des maladies chroniques qui menacent sérieusement la santé humaine avec une morbidité et une mortalité élevées après les maladies cardiovasculaires et le cancer. Le diabète est un trouble métabolique chronique du système endocrinien, qui se caractérise par une hyperglycémie persistante associée à des anomalies du métabolisme des glucides, des lipides et des protéines et qui entraîne des complications chroniques (BISHT *et al.*, 2013). Le diabète peut être classé comme le diabète sucré de type 1, le diabète sucré de type 2 et le diabète gestationnel, dans lequel le diabète sucré de type 2 représente plus de 95 % avec l'incidence la plus élevée dans le diabète (APOSTOLODIS *et al.*, 2011). Au cours des dernières décennies, une grande variété de macromolécules actives issues de produits naturels a attiré une grande attention en raison de leurs fonctions biologiques polyvalentes et de leurs efficacités remarquables sur diverses maladies chroniques. Des études ont montré que les polysaccharides ont une variété d'activités biologiques et pharmacologiques telles que des effets immunomodulateurs, antitumoraux et hypoglycémiques (YUE *et al.*, 2017). Il est clair que les polysaccharides extraits de ressources naturelles, comme les plantes supérieures, les champignons et les algues, ont tous un potentiel significatif d'application dans le traitement de la diabète sucré et représentent une source riche pour la découverte et le développement futurs de nouveaux composés de valeur médicale. En tant que principales fractions actives de diverses plantes médicinales antidiabétiques, les polysaccharides ont attiré l'attention de divers chercheurs. TANG *et al.*, (2017) ont rapporté que l'*Astragalus* polysaccharide peut améliorer les métabolismes du glucose et des lipides par l'augmentant la sécrétion d'insuline grâce à l'effet protecteur sur les cellules bêta des îlots pancréatiques. Le polysaccharide de *Rehmanniaglutinosa* (Orobanchaceae) pourrait être un traitement potentiel pour le diabète de type 1, car il peut améliorer efficacement l'hyperglycémie, l'hyperlipémie, l'inflammation vasculaire et le stress oxydatif chez les souris diabétiques induites par le streptozotocine (ZHOU *et al.*, 2015). Aussi les polysaccharides de *G. lucidum* (Ganodermataceae) ont été signalés comme des polysaccharides ayant une activité hypoglycémique par l'augmentant les niveaux d'insuline plasmatique et la diminution des niveaux de sucre plasmatique chez les souris (MA *et al.*, 2015). Les polysaccharides obtenus à partir de *Talinumtriangulare* (Talinaceae) possèdent un effet hypoglycémique significatif chez les souris Kunming mâles diabétiques de type 2 induites par la streptozotocine (YUE *et al.*, 2018).

I.2.2. Activité anticoagulante

L'activité anticoagulante a été largement étudiée, On a les héparines non fractionnées et de bas poids moléculaire sont des polysaccharides sulfatés utilisés comme anticoagulants, mais

malheureusement, elles ont des effets secondaires comme les hémorragies et la thrombocytopenie. YUE *et al.*, (2018) a été prouvé que les polysaccharides, spécialement les polysaccharides sulfatés, ont de nombreuses activités biologiques telles que des activités anti-tumorales, antioxydantes et anticoagulantes. Les polysaccharides obtenus à partir de différentes sources algues, champignons et végétaux, par exemple, pectine, pourrait être considérés comme des agents anticoagulants potentiels (AIMAN *et al.*, 2021).

I.2.3. Activité anti-inflammatoire

Les polysaccharides naturels ont été largement utilisés dans les nanomatériaux pour contrôler les pathologies inflammatoires, et ont été testés expérimentalement pour leurs activités anti-inflammatoires (MUHAMAD *et al.*, 2019). L'effet anti-inflammatoire des polysaccharides pourrait par l'un de ces mécanismes, par exemple, l'activité anti-inflammatoire des polysaccharides est principalement due à l'inhibition de l'expression du facteur chimiotactique et du facteur d'adhérence, ainsi qu'aux activités d'enzymes clés dans le processus d'inflammation (CHEN *et al.*, 2016). D'autres polysaccharides ont un effet inhibiteur sur les médiateurs liés à l'inflammation, tels que les cytokines (IL-1b, IL-6, TNF-a) et NO (monoxyde d'azote), et ont diminué l'infiltration des cellules inflammatoires (AIMAN *et al.*, 2021).

I.2.4. Activité antioxydante

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS), qui sont principalement composées d'anions superoxyde, de peroxyde d'hydrogène et de radicaux hydroxyles, sont générées lorsque les cellules produisent l'énergie en réduisant l'oxygène moléculaire en eau. De faibles niveaux de ROS sont essentiels dans de nombreux processus biochimiques, comme la messagerie intracellulaire dans la différenciation des cellules, la progression cellulaire ou l'arrêt de l'apoptose, tandis que des niveaux excessivement élevés de ROS peuvent causer des dommages au corps humain, elles attaquent différentes macromolécules telles que les lipides membranaires, les protéines et l'ADN, entraînant de nombreux troubles de santé tels que le cancer, le diabète sucré, les maladies neurodégénératives et inflammatoires avec de graves lésions tissulaires. Les agents antioxydants sont d'un grand avantage à cet égard car ils peuvent bloquer ou réduire l'effet de ces agents dangereux et améliorer la santé humaine. Les antioxydants issus de ressources scientifiques présentent de nombreux inconvénients tels que leur cancérogenèse et les lésions hépatiques; pour ces raisons, un substitut naturel alternatif sera d'un grand avantage. Les polysaccharides dérivés de plantes sont des candidats prometteurs car ils présentent de fortes activités antioxydantes, qui pourraient protéger le corps humain contre les radicaux libres et

diminuer les complications de nombreuses maladies . Dû compte tenu de son importance biologique, les propriétés chimiques des polysaccharides végétaux ont été largement étudiées pour leur large éventail d'applications, telles que les activités antitumorales, immunostimulantes et antioxydantes. Beaucoup de ces polysaccharides naturels, tels que *Hyriopsis cumingii* (Unionidae), ont été évalués pour leur capacité antioxydante contre différents types des radicaux libres. Un autre exemple, les polysaccharides dérivés de la plante médicinale traditionnelle chinoise *Astragalus* (Fabaceae), qui a montré une puissante activité antioxydante et antitumorale. Différents types de polysaccharides ont été utilisés à cet effet, notamment les les polysaccharides des végétaux, par exemple l'arabinogalactane, le galactomannane et les polysaccharides pectiques (YUE et *al.*,2006).

Chapitre II
Généralité sur l'estomac



II.- Anatomie et rôle de l'estomac**II .1 Anatomie**

L'estomac est une dilatation en forme de J du tube digestif intermédiaire entre l'œsophage et le duodénum (GAOUZI., 2015). Il Situe dans la loge sous-phrénique gauche, elle a une taille variable selon la réplétion, moyennement 25 cm de long et 12 cm de large. Il est subdivisé en quatre régions ; débute par le cardia qui met en communication l'œsophage, un partie supérieure appelé fundus ou le grosse tubérosité GT (l'angle formé par l'œsophage et le fundus est l'angle de Hisou nommé également incisure cardiale), corps de l'estomac, et se termine par le pylorique avec la première portion du duodénum , figure 01 (EMEST *et al.*, 1979, COLLINS., 2013, GAOUZI., 2015, ZEIYOUBE *et al.*, 2016).

- **L'estomac est subdivisé en quatre régions comme suivant**
 - a) **Le cardia** est la zone dans la partie supérieure de l'estomac, près de l'œsophage. C'est par l'orifice du cardia qui la nourriture arrive dans l'estomac. A son niveau se trouve le musclesphincter cardinal qui empêche le reflux gastrique vers l'œsophage (MARIEB, 2008).
 - b) **Le fendus** est la région au-dessus du cardia en forme dôme, dont les aliments sont stocké temporairement (SHEWOOD, 2015).
 - c) **Le corps** est la zone principale de l'organe, a ce niveau qu'a lieu la décomposition des aliments (CZINN,2006).
 - d) **Le pylore** est le dernier partie de l'estomac qui fait la jonction avec l'intestin grêle, en forme d'entonnoir, elle est fermée par le muscle sphincter pylorique qui contrôle la vidange du contenu de l'estomac dans l'intestin grêle (CZINN, 2006).

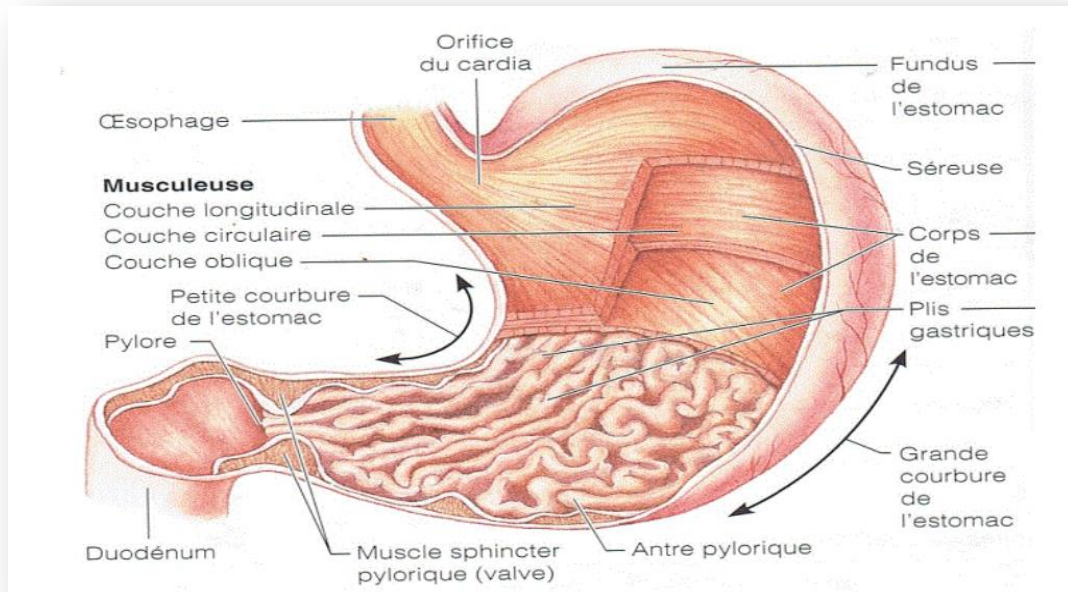


Figure 01 Anatomie interne et externe de l'estomac (FRANK et NETTER, 2007).

II .2. Histologie de l'estomac

La paroi interne de l'estomac est constituée de quatre tuniques (de l'intérieur vers l'extérieur): la muqueuse, la sous muqueuse, la musculeuse et la séreuse.

La Muqueuse est la tunique la plus important de l'estomac sont présente sous l'aspect d'une membrane rose ou blanche suivant l'état de repose ou d'activité de l'organe .Elle contient deux zones de sécrétion de limites imprécises ,acide au niveau de la portion supérieur (fundus +corps) et alcaline au niveau de la portion inférieur qui sécrète la gastrine (MARIEB, 1999).

La sous Muqueuse est constituée d'un tissu conjonctif lâche et siège de différentes glandes tubulaires qui atteignent la tunique musculaire, cette couche celluleuse est un véritable carrefour vasculaire lymphatique et nerveux (HAMMOUDI, 2010).

La Musculeuse est formée de 4 couches de dehors en dedans a la suivant, la longitudinale, la couche arciforme, la couche circulaire et la couche oblique. L'ensemble de cette musculature explique le rôle de l'estomac dans le broyage et l'évacuation des aliments et les crampes musculaire ressenties à la faim, figure 02 (WAUGH et GRANT, 2011).

La séreuse c'est la couche la plus externe, responsable à la protection et glissement de l'organe (HAMMOUDI, 2010).

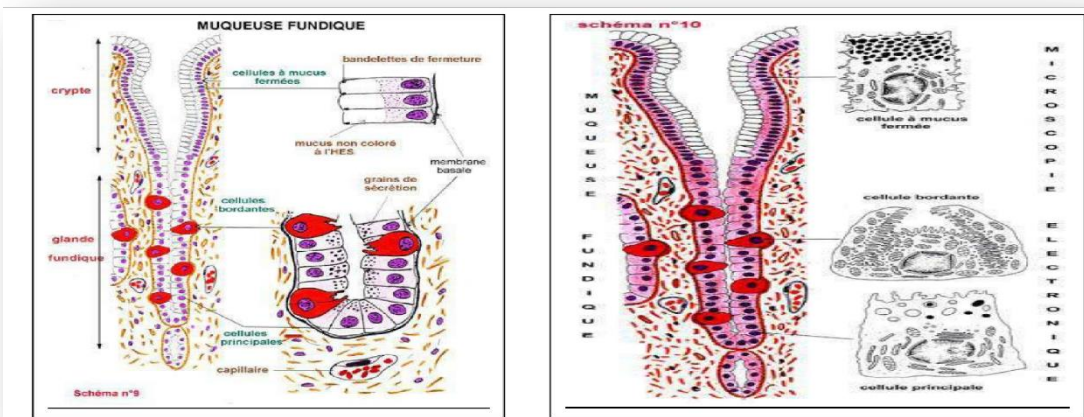
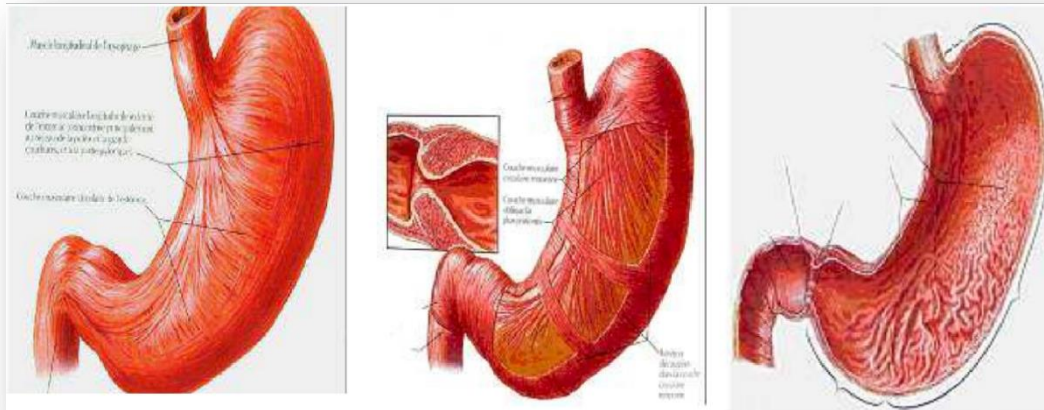


Figure 02 les différent couche de la musculuse de l'estomac.

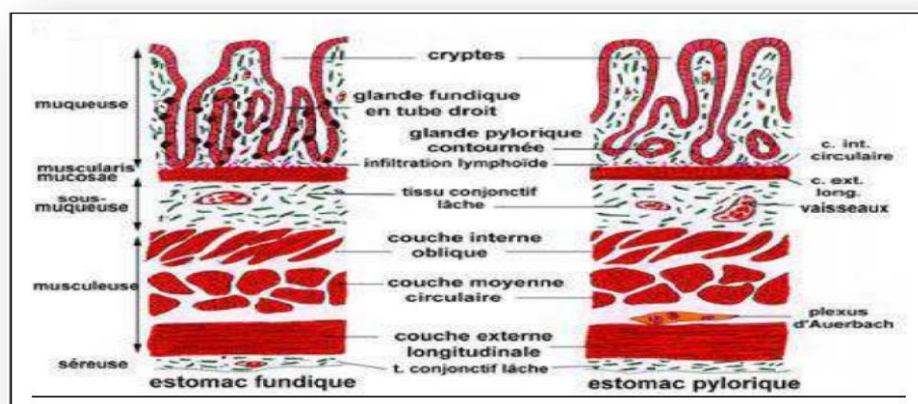


Figure 03. Histologie de la muqueuse gastrique (MARIEB et HOEHN, 2010).

II.3. Physiologie de sécrétion gastrique

Le principal rôle de l'estomac est de transformer les aliments à l'état de chyme semi-liquide afin de les rendre absorbés par l'intestin. L'agent de cette transformation est le suc gastrique qui est un liquide incolore limpide inodore et acide (pH compris entre 1,5 et 2,5), produit particulièrement par une fonction exocrine des glandes fundus et du corps gastrique sous la dépendance de prise d'aliment (SHERWOOD, 2015).

La muqueuse gastrique est constituée par un épithélium de recouvrement, dont la surface est parsemée de nombreuses cryptes, qui se plongent jusqu'aux glandes gastriques, ces glandes se différencient selon leur localisation au sein de l'estomac (MARIEB, 1999).

- Les glandes fundiques sont composées de quatre types de cellules différentes (MARIEB, 2014)
 - a) **Les cellules principales** sont petites, polyédriques et prédominent au milieu et au fond des glandes, elles produisent le pepsinogène (DANIEL2004).
 - b) **Les cellules pariétales**, appelées aussi cellules bordantes ou oxyntiques, sont situées dans la région apicale des glandes, responsables de la sécrétion de l'acide chlorhydrique (HCL) et le facteur intrinsèque (petite glycoprotéine indispensable à l'absorption de la vitamine B12) (DANIEL 2004).
 - c) **Les cellules à mucus**, ces cellules sont situées essentiellement au niveau du collet des glandes et dans leurs régions plus basales, elles produisent le mucus et le bicarbonate (GRAY 1995).
 - d) **Les cellules endocrines** sont peu nombreuses et elles secrètent la somatostatine (GRAY 1995).
 - e) **Les glandes pylorique** ont une forme tubulaire contournée, elles sont essentiellement constituées par des cellules à mucus qui forment un revêtement continu de mucus et par des cellules endocrines, les cellules G qui secrètent la gastrine et les cellules D qui secrètent la somatostatine (LACOUR et BELON, 2015).

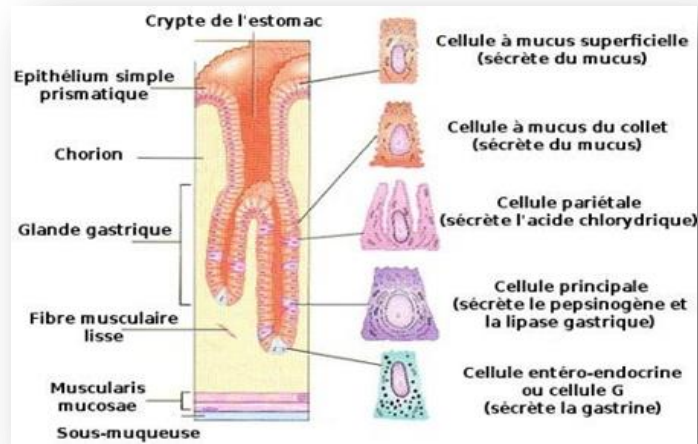


Figure 04.- Anatomie de Muqueuse gastrique .

II.4. Mécanisme de sécrétion acide

Les cellules pariétales sont responsables de la sécrétion d'acide chlorhydrique, par une enzyme spécifique appelée pompe à protons ou H^+/K^+ ATPase, exprimée sur la face luminale des canalicules (ADER et *al.*, 2003 ; KORWIN et *al.*, 2004). La sécrétion acide commence par l'insertion des canalicules dans la membrane luminale des cellules pariétales, l'ouverture des canaux Cl^- , K^+ (pompe Cl^-/K^+) et le transport d'un H^+ provenant de l'eau qui traverse passivement l'épithélium en réponse aux gradients osmotiques créés par les transports actifs de H^+ et Cl^- (BADO et SOBHANI, 2011).

L'augmentation de la concentration de K^+ active la pompe qui permet de sécréter les protons. Ces derniers proviennent de la dissociation de HCO_3^- formé à partir du CO_2 et de H_2O sous l'action de l'anhydrase carbonique (DIVE, 1990).

Au fur et à mesure que les ions d'hydrogènes sont pompés vers l'extérieure (la lumière stomacale), les ions bicarbonates HCO_3^- sont éliminés dans le sang en échange d'ions Cl^- au pôle baso latérale de la cellule (Figure 5) (SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2008)

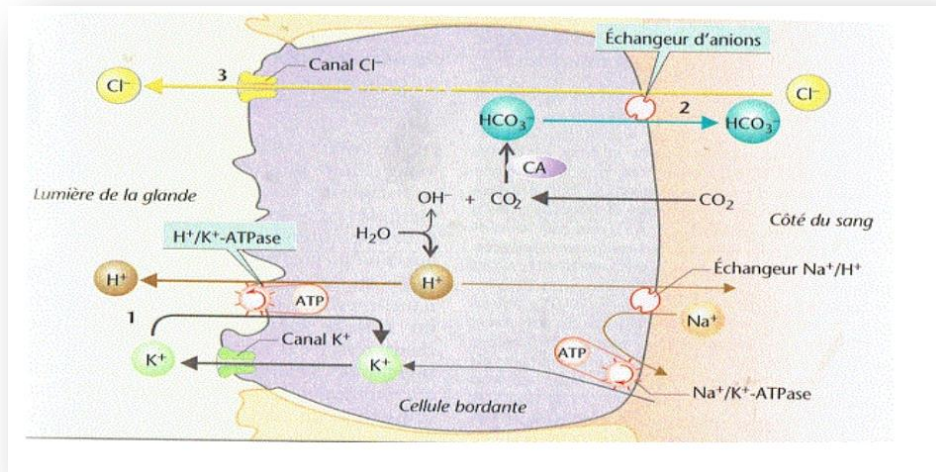


Figure 05 Mécanisme de la sécrétion acide par la cellule pariétale et le fonctionnement de l'ATPase (SILBERNAGL et DESPOPOULOS, 2008).

II.5. -Régulation de sécrétion gastrique

Bien que l'acidité de l'estomac via la sécrétion d'ions H^+ soit indispensable à la digestion du bol alimentaire, il existe un rétrocontrôle afin de diminuer leur sécrétion et ainsi préserver la muqueuse gastrique. En effet, une acidité trop importante peut être à l'origine de différentes pathologies (PEARSON et HUTTON, 1998).

Différents acteurs interviennent dans la régulation de la sécrétion gastrique.

On retrouve :

Le système nerveux central avec notamment l'hypothalamus et le nerf vague X Le plexus nerveux de l'estomac.

- a) Les hormones de l'estomac (gastrine, somatostatine, histamine).
- b) Les hormones du duodénum (cholécystokinine, VIP, GIP, sécrétine).

Il existe donc 2 types de régulations : une régulation nerveuse et une régulation paracrine médié par les hormones.

- Stimulation de la sécrétion acide

- a) **L'histamine** est produite par les histaminocytes ou cellules ECL. Elle agit par voie paracrine, en se fixant sur les récepteurs à histamine (H_2). Les cellules pariétales, ce qui provoque une augmentation de l'adénylate cyclase intracellulaire (AMP_c) et une sécrétion de HCL (ADER *et al.*, 2003).

- b) **La gastrine** est produite par les cellules G, elle agit par voie endocrine sur les cellules pariétales en induisant la sécrétion gastrique de pepsine, et sur les histaminocytes en stimulant la libération de l'histamine. Les récepteurs à gastrine sont couplés à une protéine G qui active la phospholipase C et aboutit à une augmentation de Ca^{2+} (LACOUR et BELON, 2015).
- c) **L'acétylcholine** cette hormone est sécrétée à partir de la stimulation du nerf vague. Elle influence d'une manière directe sur les cellules pariétales (récepteurs M3) et d'une manière indirecte en stimulant les histaminocytes et les cellules à gastrine (LACOUR et BELON, 2015).
- Les inhibiteurs de la sécrétion acide des cellules pariétales sont des somatostatines, la sécrétine et les prostaglandines.
- a) **La somatostatine** elle est élaborée par les cellules D, qui agit par voie paracrine et inhibe la sécrétion gastrique de toutes les substances. (ADER *et al.*, 2003).
- b) La sécrétine, cette hormone digestive est libérée par la muqueuse duodénale, agit par voie endocrine en inhibant la sécrétion et la motilité gastrique (ADER *et al.*, 2003).
- c) **Les prostaglandines (PGS)** qui agit par voie paracrine, ils sont retrouvés dans la bicarbonate, et en inhibant la sécrétion acide (LACOUR et BELON, 2015).

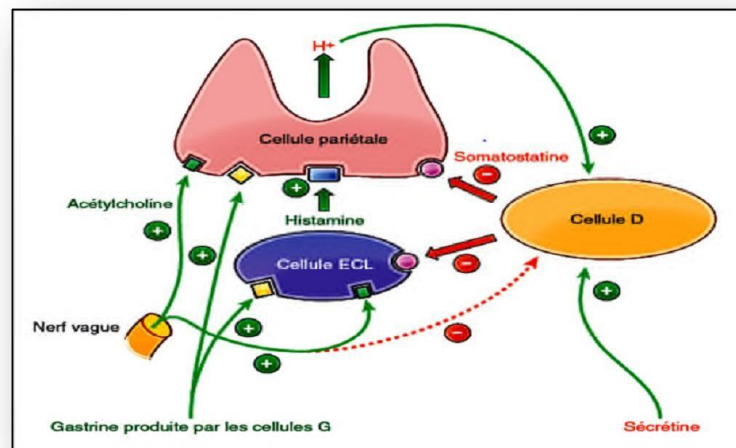


Figure 06 Régulation la sécrétion gastrique (LACOUR et BELON, 2015).

II.6 Mécanisme de défense de La barrière muqueuse

Cette barrière est constituée de l'association du film de mucus et de la sécrétion de bicarbonates. Le mucus qui est un gel insoluble et adhérent à l'épithélium superficiel, il intervient en empêchant le passage des enzymes protéolytiques et la diffusion des ions H^+ de la lumière dans la muqueuse gastrique, ainsi que dans la sécrétion des bicarbonates, il permet de maintenir la quasi-neutralité à la superficie des cellules. Les cellules épithéliales superficielles maintiennent l'intégralité du revêtement en se renouvelant continuellement chaque 3 à 4 jours, autant que les prostaglandines exercent un rôle cytoprotecteur en stimulant la sécrétion de mucus gastrique et de bicarbonates par le biais de récepteurs spécifiques, participant au maintien du flux sanguin muqueux et en conservant l'intégrité de la barrière muqueuse gastrique et l'adaptation des cellules épithéliales en réponse aux agents agressifs (KEITA, 2004; DINE *et al.*, 2008).

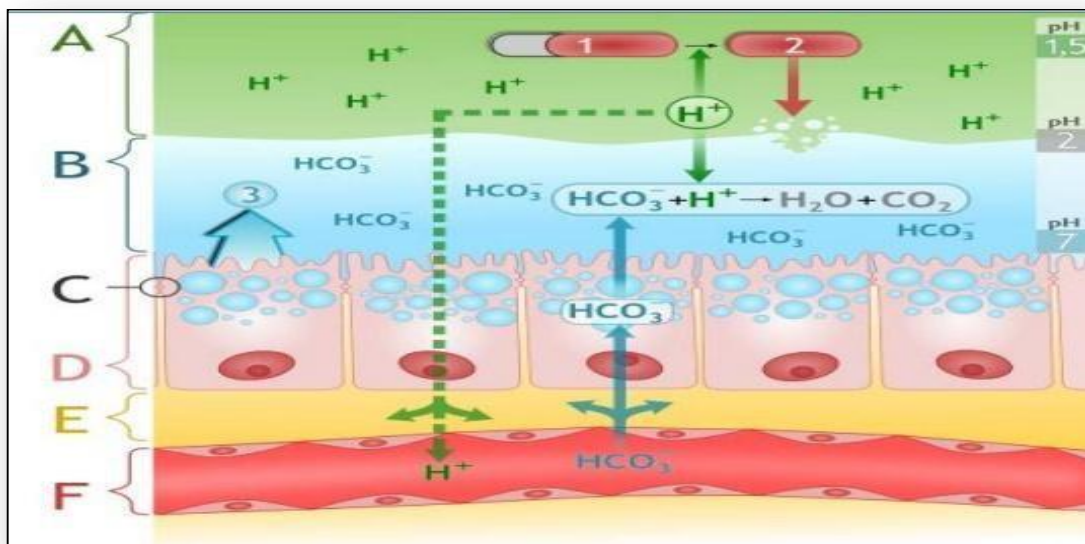


Figure 07. Eléments de la barrière muqueuse gastrique (A : mucus, B bicarbonates, C : jonctions serrées, D : cellules épithéliales, E : espace sous épithélial, F : flux sanguin). (HANSEN *et al.*, 2011).

II.7. Pathologie gastrique

Comme tout autre organe, l'estomac est sujet à plusieurs pathologies, telles que les gastrites, reflux bilieux duodéno-gastrique sans retentissement muqueux évident et ulcère gastrique (IBARA *et al.*, 1993).

- Notre étude s'intéresse à la maladie ulcéreuse gastroduodénale

II.7.1. - Ulcères Gastriques

II.7.1.1.- Définition

Ulcère de l'estomac (également appelé ulcère gastrique UG), est une plaie ouverte, caractérisée par une perte macroscopique de substance d'un épithélium cutané ou d'une muqueuse, atteignant en profondeur la musculature d'une part, et d'autre part par une réaction inflammatoire profonde et qui a pour particularité de ne pas avoir tendance à cicatriser spontanément, il est à différencier des érosions et abrasions (muqueuse) et ulcérations (sous – muqueuse) qui sont plus superficielles et n'atteignent donc pas la musculature et ne laissent pas de cicatrice en guérissant Il s'agit d'une affection chronique qui évolue par poussées, symptomatiques ou non, elle est aussi récidivante (ZEITOUN et al., 2014).

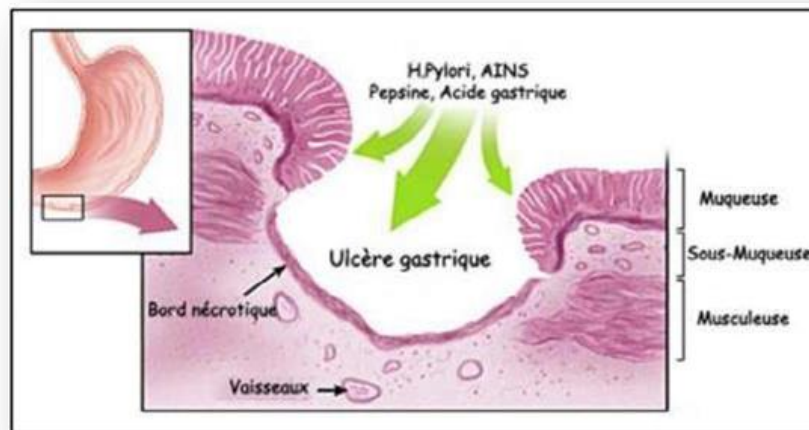


Figure 08.-Représentation l'ulcère gastrique (LABAYLE *et al.*,2001)

II.7.1.2.- Physiopathologie

L'ulcère résulte d'un déséquilibre de la sécrétion d'acide dans l'estomac : soit la production est trop importante, soit les rétrocontrôles sont inefficaces. L'acidité va donc attaquer la muqueuse et l'endommager. L'ulcère peut aussi être induit par une bactérie mais globalement la physiopathologie reste la même. Comme on l'a dit précédemment, certaines sécrétions sont potentiellement agressives ; c'est le cas de l'acide chlorhydrique et de la pepsine, produits respectivement par les cellules pariétales et les cellules principales. Il existe tout de même des mécanismes protecteurs : la production de mucus et de bicarbonates qui sont basiques et permettent de remonter le pH ainsi que les prostaglandines qui ont un effet activateur sur les cellules à mucus et inhibiteur de la production de HCl, mais il peuvent se révéler inefficaces dans certains cas. La base du traitement des ulcères est les inhibiteurs des

pompes à protons, qui vont permettre la diminution de la sécrétion d'acide et donc la remontée du pH plus haut (CEDIM 2005).

➤ **Facteur favorisant l'apparition de l'ulcère**

a) **L'aspirine et les AINS** ils diminuent la concentration en prostaglandines par effet anti COX1. La production de mucus est diminuée alors que celle de HCL augmente (LAMARQUE, 2008).

b) **Infection bactérienne par *Helicobacter pylori*** (Responsables à 80% des cancers de l'estomac), cette bactérie s'ancre aux cellules épithéliales gastriques via des adhésives et est à l'origine de la production d'uréase. Pour rechercher cette bactérie, on dose l'urée dans l'estomac normalement, il n'y en a pas donc si on en trouve alors cela traduit sa présence. C'est un examen non invasif qui permet d'éviter de faire une fibroscopie (BOUARIOU *et al.*, 2007).

c) **Tabac** augmente la sécrétion de HCl par des mécanismes inconnus (GOODWIN *et al.*, 2009).

d) **Hypergastrinémie tumorale** (syndrome de Zollinger Ellison), c'est une maladie assez rare du sujet âgé. La surproduction de gastrine entraîne une activation importante des cellules pariétales augmentant la concentration en HCl (GOODWIN *et al.*, 2009).

e) **Stress** a longtemps été incriminé comme étant le facteur principal du déclenchement voire même la cause d'un ulcère, Les personnes qui souffrent d'ulcère gastrique voient souvent les douleurs augmenter lorsqu'elles vivent une période particulièrement stressante (LOU, 2006).

Chapitre III
Solanum nigrum L



III. *Solanum nigrum* L

III.1. Famille des Solanaceae

La famille des Solanaceae est répartie dans le monde entier et comprend plus de 2000 espèces. Parmi elles, on trouve des légumes et des fruits économiquement importants comme la pomme de terre, la tomate, l'aubergine et le poivre, mais aussi le tabac, la belladone, la stramonium et la jusquiame noire. La plupart d'entre eux sont toxiques, au moins pour certains organes ou stades de développement. Mais leur contenu en glycoalcaloïdes, glycoprotéines et polysaccharides est également responsable de leur importante valeur médicale.


Au sein du genre *Solanum*, la section *Solanum* (souvent appelée complexe *Solanumnigrum*) est la plus diversifiée. Les plantes de cette section sont connues comme des mauvaises herbes en horticulture et en agriculture, concurrençant les cultures principales pour l'humidité, les nutriments et la lumière. Mais dans les pays en développement d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud, elles sont également utilisées comme d'importants légumes-feuilles comestibles. Au Kenya, les fruits des plantes sauvages et des variétés cultivées de la morelle noire sont utilisés pour la nutrition (LEXA et al., 2006).




III.2.- Espèce *Solanum nigrum* L. (Nom commun : Morelle noire)


III.2.1 Anatomie et Morphologie

Solanumnigrum est une mauvaise herbe dicotylédone de la famille des Solanacées. C'est une plante herbacée annuelle de 30 à 100 cm de haut, pubescente à poils simples.

Tableau 04.-Caractéristiques morphologiques de différentes parties de *Solanum nigrum*

Organes	Caractéristiques morphologiques	Illustrations
Les fruits	Les fruits sont petits, globuleux, de 8 à 10 mm de diamètre. Les fruits sont des baies sphériques de 8 à 10 mm de diamètre, de maturité de ponte verte et jaune verdâtre à noire. Les fruits sont toxiques, ils ne sont donc pas plus riches en toxine lorsqu'ils sont dégradés jusqu'à maturité. Leur teneur en	

	<p>alcaloïdes varie selon la localisation de la plante où elle pousse et selon la saison (ATANU et <i>al.</i>, 2011) .</p>	
<p>Les feuilles</p>	<p>Sont opposées, à membres entiers, ovales et en forme de losange sont légèrement dentées. les bases sont cunéiformes, 4-10 et 3-7 cm de large pubescent, entier ou grossièrement denté. le l'apex est obtus (ATANUet <i>al.</i>, 2011) .</p>	
<p>Les fleurs</p>	<p>Sont parfois blanches veinées de pourpre, avec une corolle plate. ils sont regroupés par 3 ou 5 le long de la tige. Avec un pédicelle court et cinq pétales largement répandus (FOUZIA. 2019) .</p>	
<p>Les inflorescences</p>	<p>Sont extra- ombelles axillaires, le calice en forme de coupe, la corolle est blanche, les lobes ovales-oblongs, pubescents abaxialement, ciliés diffusion. Les filaments mesurent 1 à 1,5 mm de long; les anthères font 2,5- 3,5 mm de long (RAJANI et <i>al.</i>, 2012) .</p>	

<p>Les tiges</p>	<p>Sont souvent anguleuses, à pubescence clairsemée (ATANUet <i>al.</i>, 2011) .</p>	
-------------------------	--	---

III.2.2. Écologie

III.2.2.1 Stress hydrique

Les espèces de *S. nigrum* sont intolérantes au stress hydrique. Une pluviométrie annuelle de 500-1200 mm est nécessaire pour une croissance optimale. Ils poussent sur une large gamme de types de sols, un sol fertile léger (sableux), moyen (limoneux) et lourd (argile) , en particulier ceux riches en azote et en phosphore et nécessitent un sol acide-neutre ou alcalin bien drainé (pH de 6,0 à 6,5) (POTAWALE et *al.*, 2008) .

III.2.2.2. Température

les températures optimales pour la croissance de ces plantes se situent entre 20 et 30 ° C (POTAWALE et *al.*, 2008) .

III.2.2.3. Humidité

une teneur en humidité des graines de 35 à 40% pour être facteur contributif nécessaire pour une germination optimale(POTAWALE et *al.*, 2008) .

III.2.2.4. Sols contaminés

S. nigrum est considéré comme une plante potentielle pour la restauration des sols contaminés au Cd. Dans une expérience post-culture, il accumulerait du Cd jusqu'à 103,8 et 124,6 mg / kg de poids corporel respectivement dans la tige et les feuilles, sans symptômes phototoxiques et réduction de la croissance. Cependant, *S. nigrum* a le potentiel de purifier les sols contaminés au Cd, par la haute tolérance de *S. nigrum* au cadmium (POTAWALE et *al.*, 2008) .

III.2.2.5. Ravageurs et maladies

les pucerons noirs peuvent entraîner une réduction de la récolte, ils peuvent également infester l'intérieur des feuilles, ce qui empêche le recourbement des feuilles. Les altises attaquent également les plantes, ce qui entraîne des dommages importants, de plus *Zonocerus variegatus* induit de gros dommages à la paroi du fruit. *S. nigrum* est attaquée par

des virus transmis par les aleurodes qui induisant un jaunissement des feuilles. Les maladies fongiques ne semblent pas un gros problème pour cette espèce (ALBOUCHI *et al.*, 2008).

III.2.3. Phytochimie de *Solanum nigrum*

Solanum nigrum contient les substances, telles que l'alcaloïde total, l'alcaloïde stéroïde, les saponines stéroïdiennes et la glycoprotéine, présentant une activité antitumorale. Il contient aussi des flavonoïdes, des tanins, des saponines, des glycosides, des protéines, des glucides, des coumarines et des phytostérols. Les petits fruits non mûrs de *Solanum nigrum* contiennent des glycoalcaloïdes et leur consommation est mortelle à l'individu tout comme les animaux domestiques qui incorporent de la solamargine, solasonine, solanine, α et β -solamargine, solasodine, solanidine (IQRA, 2020). Solanine se trouve dans toutes les parties des plantes, le niveau augmentant au fur et à mesure que la plante se développe, cependant, il est clairement modifié par le type de sol et l'atmosphère. Les graines de *Solanum nigrum* ont une teneur élevée en lipides. Leur teneur en protéines et leurs éléments minéraux (Mg étant prédominant) sont considérables et l'huile de *Solanum nigrum* est une source importante d'acide linoléique (JABAR *et al.*, 2008).

III.2.4. Etudes antérieures sur les activités biologiques de *Solanum nigrum*

III.2.4.1. Activité antibactérienne

KARSHA et LAXMI (2010) ont rapporté que l'activité antibactérienne de la morelle noire (*Solanum nigrum* Linn.) avec une référence particulière à son mode d'action sur les bactéries et a trouvé qu'une excellente inhibition sur la croissance des bactéries Gram positives comme *Staphylococcus aureus*, suivi de *Bacillus cereus* et *Streptococcus faecalis*. Parmi les bactéries Gram négatives *Pseudomonas aeruginosa* était plus sensible suivie de *Salmonella typhi* et *Escherichia coli*. Les bactéries Gram positives sont plus sensibles aux extraits aqueux de *Solanum nigrum* en raison de leur action antibactérienne. Ils apparaissent être par la perte de contrôle sur la perméabilité de la membrane cellulaire. L'extrait aqueux par décoction de morelle noire a montré la plus forte activité antibactérienne comparable à la décoction aqueuse de *Laurus nobilis* (Lauraceae) et *Pimpinella anisum* (Apiaceae) (PAULKUMAR *et al.*, 2014). Dans une étude précédente, l'activité antibactérienne de *Solanum nigrum* contre les bactéries pathogènes humaines due à la présence d'alcaloïdes, de tanins, de flavonoïdes...ect (ARUN et VINAY, 2017).

III.2.4.2. Activité anticonvulsivante

Les crises sont définies comme des modifications du comportement en raison de désordres, synchrones et rythmiques déclenchement de populations de neurones cérébraux.

Les médicaments n'ont pas montré une efficacité suffisante dans leur capacité à guérir les crises; en plus il y a de nombreux effets secondaires tels que la déficience de la système nerveux centrale(SNC), anémie aplasique, voire la mort. Les plantes médicinales telles que *Ficus sycomorus* (Moraceae), *Sclero caryabirrea* (Anacardiaceae) ,*Annonadiver sifolia* (Annonaceae), *S. nigrum* et bien d'autres utilisés dans la médecine traditionnelle est avérée anticonvulsivante propriétés des modèles animaux et peut être une source de nouveaux médicaments antiépileptiques..L'extrait aqueux des feuilles de *S. nigrum* ont fourni une protection contre les saisies chez le rat et une importante dose dépendante protection chez le poulet (RAMYA et al., 2011) .

III.2.4.3. Activité antivirale

Extraits méthanoliques et chloroformiques des graines de *Solanum nigrum* ont présenté 37% et plus de 50% inhibition du virus de l'hépatite C respectivement à non concentration toxique. Plus loin ,l'extrait de chloroforme a diminué l'expression ou fonction de la protéase NS3 du virus de l'hépatite C dans une dose-dépendante et la GAPDH (glycéraldéhyde 3-phosphate déshydrogénase) est restée constante (LIM 2013).

III.2.3.4. Activité anti-nociceptif, antipyrétique et anticancéreuse

Une étude antérieure a été réalisée pour évaluer le antinociceptif, et antipyrétique effets de l'extrait chloroformique de feuilles de *Solanum nigrum* en utilisant divers modèles animaux. Les études ont démontré que l'extrait liposoluble de feuilles de *S. nigrum* possédait des propriétés antinociceptives, et antipyrétiques et ont confirmé les allégations traditionnelles. Cette étude est basée sur *Solanum nigrum* a été traditionnellement utilisé comme agent à base de plantes dans la médecine traditionnelle pour divers cancers en Corée(KUMAR et al., 2012). *Solanum nigrum* a été utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter différents cancers (LI et al., 2007). *Solanum nigrum* est utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise depuis des siècles en raison de ses effets diurétiques et antipyrétiques. Une étude a examiné l'effet des polysaccharides bruts isolés de *Solanum nigrum* sur la croissance tumorale, cela a entraîné une nécrose massive dans les tissus tumoraux et une régulation positive de Bax et une régulation négative de Bcl-2 et du gène p53 mutant expression, qui a déclenché l'apoptose dans les cellules tumorales. Ces résultats ont démontré que le SNL-P est un potentiel agent antitumoral (KUMAR et al., 2012).

III.2.4.5. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est un trouble causé par la libération de leucocytes et de divers autres médiateurs complexes tels que les prostaglandines, les histamines, la bradykinine, le facteur d'activation des plaquettes et l'IL-1 à partir des tissus et des cellules migrantes. Divers

médicaments et extraits dérivés du raisin, du curcuma, de la menthe, du clou de girofle, de l'eucalyptus, de la lavande et bien d'autres ont été utilisés pour améliorer l'inflammation. Le *S. nigrum* est utilisé dans le système médicinal traditionnel indien pour traiter les inflammations, les œdèmes et les mastites. La méthode la plus largement utilisée pour étudier les effets anti-inflammatoires chez les animaux consiste à induire un œdème local dans les rats en injectant un agent irritant tel que le carraghénane. L'extrait méthanolique de *Solanum nigrum* a montré un bon effet anti-inflammatoire à une dose-dépendant sur l'œdème induit dans le modèle de rat (SONKAMNLE *et al.*, 2012).

III.2.4.6. Activité antioxydante

Solanum nigrum possède une activité antioxydante qui pourrait être due à la présence de la piperidine flavonoïdes et de composés phénoliques. *Solanum nigrum* a été trouvé pour prévenir le stress oxydatif en inhibant la peroxydation des lipides, la lipoxygénase humaine et en arrêtant les radicaux libres hydroxyle et superoxyde, diminuer la carcinogénèse pulmonaire dans des études animales (CHELAE *et al.*, 2015). Les propriétés d'amélioration de la mémoire et antioxydantes de l'extrait méthanolique de *solanum nigrum* ont été étudiées dans le modèle de la maladie d'Alzheimer chez les rats (MAHADY *et al.*, 2012). L'activité antioxydante a été évaluée en mesurant les activités de la glutathion peroxydase, de la catalase, de la superoxyde dismutase et en mesurant le contenu total de glutathion réduit, le malondialdéhyde et les niveaux de protéine carbonyle dans l'hippocampe. L'administration de l'extrait méthanolique de *Solanum nigrum* amélioré de manière significative les performances de la mémoire et a montré un potentiel antioxydant. Ces études suggèrent que l'extrait méthanolique de *Solanum nigrum* améliore la détérioration de la mémoire spatiale induite par la bêta-amyloïde en réduisant le stress oxydatif dans l'hippocampe des rats (ARUN et VINAY, 2017).

III.2.3.7. Autres activités

- **Antiulcéreuse, cytoprotective et hyperlipidémie**

L'activité antiulcéreuse est prouvée par le traitement des rats avec l'extrait méthanolique *Solanum nigrum* diminué l'indice d'ulcère significativement chez les rats atteints d'ulcères induits par l'aspirine, le stress indométacine, ligature pylorique et éthanol, respectivement, avec une puissance égale ou supérieure à Oméprazole (LIM 2013).

Aussi l'extrait à l'éthanol de plante entière a été testé *in vitro* pour sa cytoprotection contre la toxicité induite par la gentamycine dans les cellules Véro. L'incubation des cellules Véro avec la concentration différente d'extraits alcooliques séchés de *Solanum nigrum* a

protégé de manière significative les cellules de l'effet de la gentamycine de manière dose-dépendante (POTAWALE *et al.*, 2008).

Partie 2:
Etude expérimentale



Chapitre I

Matériel et méthodes



Dans ce chapitre, il est traité le principe adopté, les matériaux utilisés, la méthode d'étude des extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles et leurs activités biologiques.

I.1.Principe adopté

Le présent travail est une contribution à l'étude les activités biologiques des polysaccharides issus d'une plante à caractère médicinal ; *Solanum nigrum* de la famille des Solanaceae récoltée au Sahara Algérien région de Gemmar. L'étude porte sur l'extraction des polysaccharides hydrosoluble issus de fruit de *Solanum nigrum*, ainsi , le plus important vise à l'étude des propriétés biologiques dont les activités: antioxydant ,anticoagulant et anti ulcéreuse des extraits bruts polysaccharidiques de *Solanum nigrum* L.

I.2.Matériel d'étude

Le matériel d'étude regroupe les appareillages de laboratoire, les solvants et les produits Chimiques, en plus du matériel biologique.

I.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique regroupe lyophilisat de l'extrait polysaccharidique de *solanum nigrum* , récoltée dans la région de Sahara Algérien de wilaya d'El –Oued , des rats malles de type Wistar albinos et sang humain.

1.L'espèce végétale : *Solanum nigrum*

1.1 Position systématique

D'après JANI *et al.*, (2012),La classification taxonomique de *Solanum nigrum* est:

- **Règne** : Plantae
- **Sous Règne** :Trachiobiontae
- **Embranchement** :Spermatophyta
- **Sous Embranchement** :Angiospermae
- **Classe** :Magnoliopsida (Dicotylédoneae)
- **Ordre** :Solanales
- **Famille** :Solanaceae
- **Genre** :Solanum
- **Espèce** :*Solanum nigrum* L.

1.2. Distribution et habitat

Solanum nigrum est largement distribuée dans divers habitats dans le monde, des régions tropicales aux régions tempérées et du niveau de la mer à des altitudes supérieures à 3500 m (ALBOUCHI *et al.*, 2008). Il sont trouvés dans quelques pays d'Afrique et d'Indonésie et sont largement utilisés comme source de légumes et de fruits (Mohamed *et al.*, 2006). *Solanum nigrum* est une espèce à prédominance eurasiennne (EDMONDS *et al.*, 1997). On les trouve généralement dans des habitats perturbés, tels que les bords de routes, souvent sur des terres arables en particulier aux abords des champs cultivés et des plantations, en les haies, sur les déblais de chemin de fer, les quais et les décharges, dans les zones autour des bâtiments et des maisons, sous les arbres, sur la forêt et les marges des prairies, comme des mauvaises herbes du jardin, sur les plages de galets, les berges et dans les ravines. L'espèce colonise principalement environnements, ne se produisant que dans les zones de faible pluviométrie lorsque les terres sont irriguées. Cette plante pousse bien dans les sols fertiles, en particulier ceux riches en azote ou en phosphore (POTAWALE *et al.*, 2008).

1.3. Utilisations traditionnelles

S. nigrum a été largement utilisé traditionnellement pour traiter diverses affections telles que la douleur, l'inflammation et la fièvre, les baies et les feuilles sont principalement utilisées à des fins médicinales, en plus des autres parties de la plante entière (AYESHA *et al.*, 2010).

Tableau 05 : Utilisation de différent partie de *Solanum nigrum*

Partie	Utilisation
Les feuilles	Sont utilisées comme cataplasme pour les articulations rhumatismales (maladie articulations gonflent et deviennent douloureuses), les maladies de la peau, utilisées dans le traitement antituberculeux. Les feuilles sont également utilisées dans l'hydropisie, les nausées et troubles nerveux (SARAVANAN <i>et al.</i> , 2011).
Le jus des fruits	Les fruits mûrs au goût sucré sont utilisés comme aliments crus et faire de la confiture et utilisé comme antidiarrhéique, ophtalmique, hydrophobe, et pour l'hydropisie, les maladies cardiaques,

	diurétique (RAINER <i>et al.</i> , 2020) .
Les racines	Sont utiles en ophtalmopathie, rhinopathie et hépatite (RAINER <i>et al.</i> , 2020) .
Les graines	Sont utiles en cas de vertige, dans les inflammations et les maladies de la peau (RAINER <i>et al.</i> , 2020) .
La plante entière	Utilisée comme antiseptique, anti-inflammatoire, cardiotonique, digestif, diurétique, laxatif, gonflement, toux, asthme .La plante est également efficace pour guérir la cardiopathie, la lèpre, les hémorroïdes, néphropathie, ophtalmopathie, hydropisie et débilité générale. La décoction de la plante déprime le système nerveux centrale et les réflexes du moelle épinière (YERUKALI <i>et al.</i> , 2017) .

I.2.1. 6.- Récolte et séchage de *Solanum nigrum*

Les *Solanum nigrum* sont récoltées dans la région de Guemar en hiver 2021. Les plantes après la récolte sont transportées au laboratoire pour analyse dans des sacs. Pour le séchage des plantes seulement les fruits mature set sont séchées dans l'étuve a température 60 °C pendant deux jours.



Figure 09 photo original de plante entier spontané dans la région de Guemar (photo original).

I.3 Extraction des polysaccharides hydrosolubles

Trente (30) grammes de poudre sont prétraités 05 fois par l'éther de pétrole pour éliminer les lipides pendant 24 heures à température ambiante avec une agitation constante et douce. Les résidus sont séchés après filtration à l'abri de la lumière et à température ambiante. Les résidus séchés sont macérés dans l'eau distillée pendant 2 heures à 90°C et sous agitation constante. L'extraction est répétée trois fois. Après une centrifugation à 4000 rpm pendant 15mn , les surnageant sont réunis et concentrés. Les polysaccharides de l'extrait concentré, sont précipités à l'aide de 3 volumes d'isopropanol (95%) et d'éthanol(99%) pendant 24 heures à 4°C. Après une centrifugation à 4000rpm pendant 15mn, le culot est récupéré puis lavé trois fois par l'acétone l'extrait après lavage par l'acétone et séchage à température 60°C pendant 48 heures représente l'extrait brut de polysaccharides hydrosoluble (MEHELLOU *et al.* ,2017) . Voir la figure10.

- **Calcul du rendement**

Le rendement de l'extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du matériel végétal traité. Ce rendement est calculé selon (YOUMBAI *et al.*,2015) .par la formule :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Poids des polysaccharides bruts sec (g)} \times 100}{\text{Poids de la poudre sec de la plante (g)}}$$

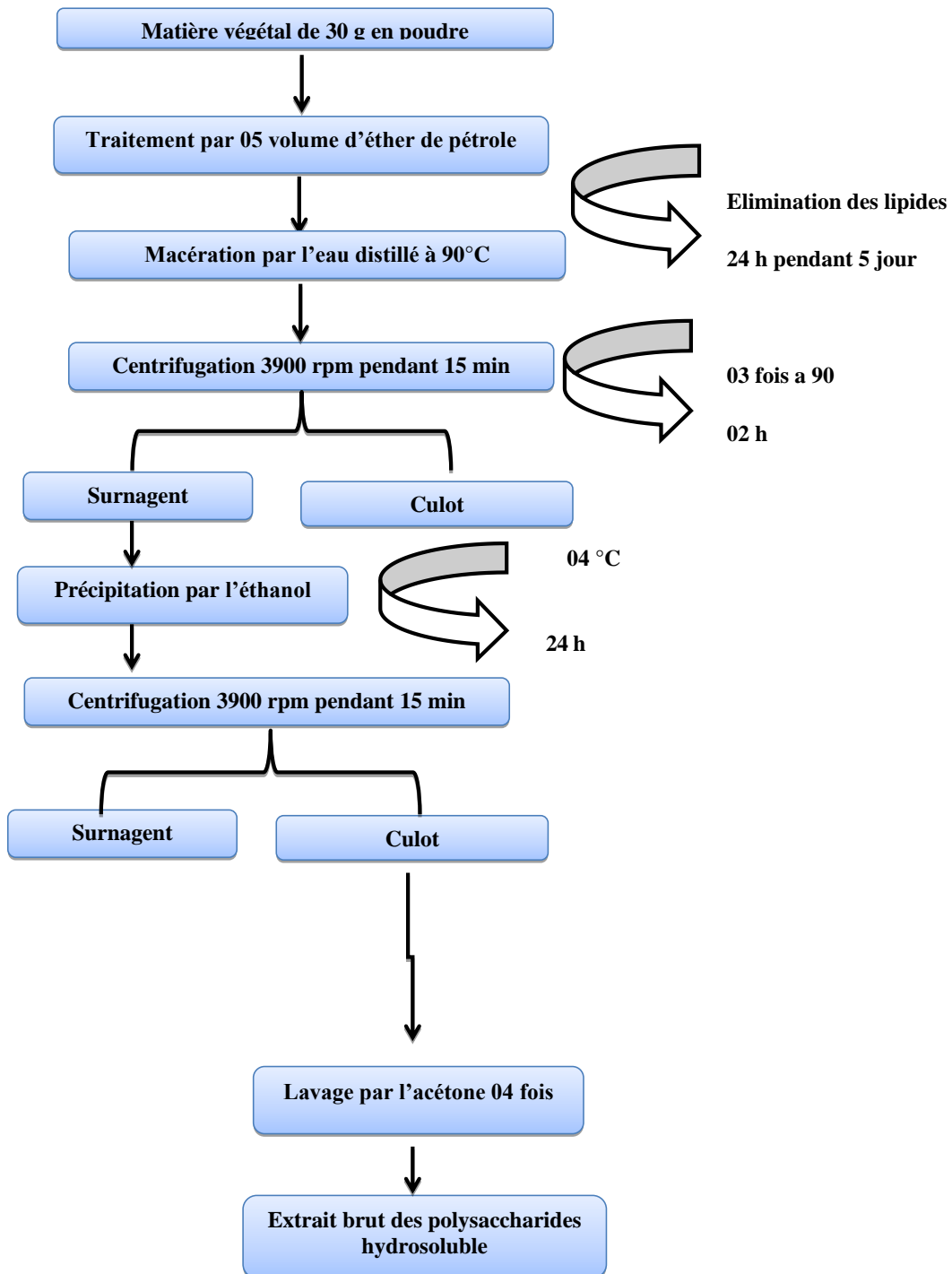


Figure 10. Schéma général des différentes étapes d'extraction des polysaccharides hydrosolubles.

I.4 . Composition des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles

La composition des extraits de polysaccharides hydrosolubles concerne le dosage des oses totaux, neutres, les polyphénols totaux, et les protéines.

I.4.1. Dosages des oses totaux

Pour déterminer la concentration des oses totaux dans les extraits bruts, la quantification se fait selon la méthode de DUBOIS (1956).

- **Principe**

Le dosage des monosaccharides constitutifs des polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques par hydrolyse acide (l'acide sulfurique). L'analyse repose sur des techniques colorimétriques, dont le principe est basé sur la condensation par estérification d'un chromogène (Phénol) avec les produits de déshydratation des pentoses, hexoses et acides uroniques. En milieu acide fort et à chaud, ces oses se déshydratent respectivement en des dérivés du furfural, 5- hydroxy-méthyl-furfural et de l'acide 5formylfuroïque. Les chromophores ainsi formés de couleur jaune-orange absorbent dans le domaine du visible proportionnellement avec la concentration des sucres présents (STEVE,2005).Une gamme étalon de glucose est réalisée avec des concentrations comprises entre 0,1 et 1 g/l.

Réactif

La solution de réactif de phénol à 5% est préparée par l'ajout de 100ml d'eau distillée à 5g de phénol. La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 0,1g de glucose dans 100ml d'eau distillée.

- **Mode opératoire**

Dans des tubes en verres placer un mélange de 200µl d'échantillon et 200µl de phénol 5%. Après homogénéisation, 1ml d'acide sulfurique H₂SO₄ (96%), est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Les tubes sont ensuite incubés à 100°C pendant 5 mn, puis ils sont laissés 30 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 492 nm (BRUDIEUX, 2007; RUIZ, 2005; GENESTIE, 2006).

I.4.2 Dosage des oses neutres :

Le dosage des oses neutres est réalisé par la méthode de (MONSIGNY *et al.* 1988).

- **Principe**

Le dosage des oses neutres se repose sur la réaction des dérivés furfuriques obtenus par action à chaud d'un acide concentré comme l'acide sulfurique (DUBOIS *et al.*, 1956), en présence d'un composé aromatique tel que le résorcinol (1,3-dihydroxybenzène). Ces dérivés furfuriques se condensent et donnent des composés de couleur orangée (MONSIGNY *et al.*, 1988).

- **Mode opératoire**

Dans des tubes en verres et à l'aide d'une micropipette, 200 μ L de l'échantillon sont mélangés avec 200 μ L de résorcinol et 1ml d'acide sulfurique (98%). Les tubes sont agités et mis pour chauffer à 90°C dans un bain Marie pendant 30mn et ensuite placés dans un bain de glace pendant 30mn à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 480nm (MONSIGNY et al.,1988).

I.4.3 Dosage des protéines (Bradford, 1976)

La teneur en protéines dans les extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles est déterminée par la méthode de (BRADFORD1976).

- **Protocole**

Les protéines ont été dosées par la méthode de Bradford (1976), où le bleu de Coomassie forme avec les protéines un complexe coloré présentant un maximum d'absorption à 595 nm. La coloration très sensible peut être effectuée très rapidement et reste stable pendant 30 min, le Sérum Albumine Bovine (SAB) est utilisé comme standard.

- **Réactif de Bleu de Coomassie**

À 50mg de Bleu de Coomassie sont ajoutés 25ml d'éthanol (99%), puis agités pendant 2h,après filtration sur papier Whatman N°1, 50ml d'acide phosphorique 96% sont ajoutés. Le réactif est dilué jusqu'à 500ml par l'eau distillé. Le réactif est stocké à l'obscurité et à la température ambiante. La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 0,01g de SAB à 100ml d'eau distillée.

- **Mode opératoire**

Dans des tubes en verre, propre et sec il est additionné un volume 400ul de solution à doser, puis 2ml de réactif de Coomassie. Le mélange est homogénéisé pendant 30 secondes. Après 2 mn de réaction, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde 595nm. La coloration est stable pendant une heure (BRADFORD, 1976).

I.4.4.- Dosage des composés phénoliques totaux

Le dosage des composés phénoliques est une méthode d'analyse quantitative réalisée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu selon le protocole adapté de SINGLETON *et al.*, (1999).

- **Principe**

Ce dosage repose sur la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphomolybdique. Lorsqu'il y a une oxydation des phénols, ce réactif est réduit en mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle au taux des composés phénoliques oxydés. Cette coloration est

mesurée au spectrophotomètre en utilisant l'acide gallique comme étalon (GHAZTI ET ;SAHROUI , 2005).

- **Matériels et réactifs**

Réactif de Folin-Ciocalteu ,Solution aqueuse de carbonate de sodium à 20%, Acide gallique , Eau distillé .

- **Mode opératoire**

A 40µL de l'extrait, sont mélangés à 1160µLd'eau distillé et 200µL du réactif Folin. Le milieu est ensuite mélangé et incubé 03 min à température ambiante avant d'y ajouter 600µL d'une solution de carbonate de sodium à 20 % . le mélange incube ensuite 2h à l'obscurité avant de lire l'absorbance à 750nm .Une gamme d'étalonnage qui consiste à lire les absorbances des différentes concentrations d'acide gallique a été préparée comme standard.

I.4.5.- Analyse spectroscopique par Infrarouge (IR-TF)

- **Principe**

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) est une spectroscopie d'absorption qui permet l'identification des groupements moléculaires d'un échantillon. Les liaisons chimiques absorbent le rayonnement infrarouge (IR) à des longueurs d'ondes spécifiques dépendant de leur nature et de leur conformation. Les informations données par le spectre permettent l'identification et le dosage des différents constituants. Cette fenêtre spectrale de l'IR se décompose en trois domaines : le proche, le moyen et le lointain IR. La plage spectrale, qui s'étend de 4000 cm⁻¹ à 400 cm⁻¹, est la plus adaptée à l'analyse d'échantillons biologiques organiques comme les polysaccharides. En effet, ce domaine, correspondant aux transitions moléculaires de type vibration et rotation, contient la quasi-totalité des signatures spectrales des molécules du vivant (KEIRSSE 2003 ; BOUTALAB 2007). Différents modules permettent d'accéder aux spectres de vibration en transformant au minimum les échantillons. La réflexion totale atténuée (ATR) permet l'analyse d'une fine couche d'échantillon.

- **Matériels et réactifs**

Echantillons (poudre) à analyser, Instrument IRTF.

Protocole Les échantillons polysaccharidique sont écrasés et traversés par l'appareil.

I.5. Activités biologiques des polysaccharides

I.5.1 Evaluations de l'activité antioxydante *in vitro*

Pour évaluer l'activité antioxydante de *Solanum nigrum*, nous avons utilisé la méthode de piégeage du radical 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

- **Principe**

Le DPPH est un radical libre stable violet en solution, il présente une absorbance caractéristique dans un intervalle compris entre 512 et 517 nm, cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényle picryl hydrazine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons figure 11 .

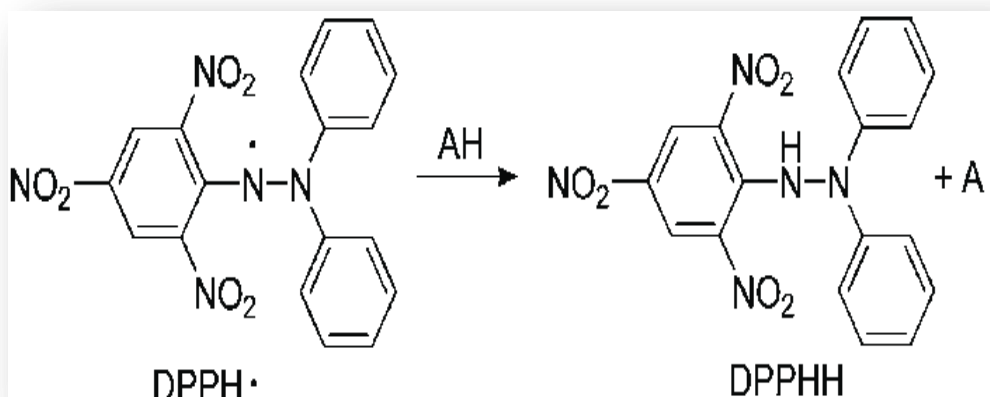


Figure 11. réduction le DPPH par un antioxydant

- **Mode opératoire**

750µl de chaque solution polysaccharidique à différentes concentrations (0,01; 0,02 ; 0,04 ; 0,06; 0,08 et 0,1mg/ml) sont ajoutés à 750µl de la solution du DPPH ou des antioxydants standards (BHA). Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 570µl d'eau distillé avec 570µl de la solution de DPPH. Le mélange est incubé dans l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. Ensuite, la lecture de l'absorbance est lue à 515nm (CRISTINA *et al.*, 2009). Les résultats ont été exprimés en pourcentage de réduction de DPPH (PI%) selon la formule suivante :

$$PI\% = \left[\frac{(Abscontrôle - Abstest)}{Abscontrôle} \right] \times 100$$

AC : absorbance en absence de l'inhibiteur (contrôle négatif)

At: absorbance en présence de l'inhibiteur (échantillon)

- **Calcul de la concentration inhibitrice de 50% (IC50)**

Les valeurs des concentrations pour inhiber ou réduire 50% de la concentration initiale du DPPH (CI₅₀) ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire. Comme il n'existe pas de mesure absolue de la capacité antioxydante d'un composé, les résultats sont souvent portés par rapport à un antioxydant de référence, comme le BHA ou l'acide ascorbique.

- **L'indice de l'activité antioxydant (AAI)**

L'indice de l'activité antioxydant AAI est calculé selon BOUHADDOUDA (2016)

$$\frac{\text{Concentration finale de DPPH en } (\mu\text{g/ml})}{\text{IC50 } (\mu\text{g/ml})}$$

Les résultats d'AAI sont exprimés comme suit :

AAI < 0.5 → faible activité antioxydant , > AAI > 1 → forte activité antioxydant AAI > 0.5 → activité antioxydant modérée , AAI > 2 → très forte activité antioxydant .

I.5.2. - Activités anticoagulantes des extraits bruts polysaccharidiques

L'activité anticoagulant des extraits polysaccharidiques hydrosoluble a été évaluée *in vitro* par des tests de coagulation qui sont le temps de prothrombine (TP), le temps de céphaline activée (TCA) à l'aide d'un coagulomètre sur un pool du plasma. Le sang est prélevé à partir des volontaires sains (ZHANG *et al.*, 2010). Les différents prélèvements sont effectués dans des tubes citratés (citrate tris-sodique 3.8%) pour l'évaluation de l'activité anticoagulante et centrifugé pour obtenir un plasma pauvre en plaquette.

Mesure du temps de céphaline activée (TCA)

90µl de plasma humain normal citraté sont ajoutés à 10µl de solution polysaccharidique, puis 100µl de réactif de TCA est ajouté. Le mélange est incubé 5mn à 37°C. Après l'ajout de 100µl de CaCl₂ (0,025 mol/l), le temps de céphaline (kaolin) activée est enregistré (YUNTAO *et al.*, 2008).

Mesure du temps de prothrombine (TP)

90µl de plasma sont ajoutés à 10µl de polysaccharides hydrosolubles et incubés à 37°C pendant 5mn. La réaction est déclenchée par addition de 200 µl de thromboplastine. Le temps de coagulation est mesuré. Les résultats de tests sont exprimés en temps de Quick (TQ) en secondes. Le TQ est converti en taux de prothrombine (%) et en International Normalised Ratio (INR) correspondant à l'aide d'un tableau de conversion (SHENZHU *et al.*, 2002).

I.5.3. - Activités antiulcéreuses des extraits bruts polysaccharidiques

- **Principe d'étude** le test consistait à vérifier l'action protectrice des extraits polysaccharidique de la plante *solanum nigrum* contre l'ulcère provoqué chez les rats par administration d'un agent ulcérogène qui est l'éthanol .
- **Choix de l'animal**

Des rats de type Wistar albinos, de poids varié entre 280 et 300g, ont été utilisées afin de réaliser une étude *in vivo* pour l'évaluation de l'activité antiulcéreuse de l'extrait

polysaccharidique obtenu par le *Solanum nigrum* sur l'inhibition de la formation de l'ulcère gastrique provoquée par l'éthanol. Ces rats proviennent de l'animalerie de l'Université d'El-Oued. Ils ont été mis sous des conditions favorables à leur croissance, de température contrôlée à 25 °C et un cycle lumière/obscurité 12h/12h par jours.

➤ Etude expérimental

• Etude de l'activité anti ulcéreuse

Afin de tester l'effet gastro-protecteur de l'extrait polysaccharidique obtenu de *Solanum nigrum*(SNP) sur les rats, le protocole de (NERGARDE *et al.*2005)appliqué comme un modèle d'ulcération, avec des modifications. Les rats ont été privés de nourriture de 24 à 36 h avant l'expérience. La répartition des rats a été faite en six lots de 3rats pour chacun. Les solutions ont été administrées par voie intra-gastrique avec une sonde de gavage .

Préparation des solutions à administrées

• Préparation des solutions de l'extrait polysaccharidique (SNP)

Des solutions polysaccharidiques de concentration différente ont été préparées, à partir de lyophilisat de l'extrait SNP des quantités de 50, et 75mg d'SNP ont été solubilisées dans un volume de 02 ml d'eau distillé pour chaque dose.

• Préparation du contrôle + (Oméprazole)

Pour préparer la solution du contrôle positif (+) une quantité de 20 mg d'Oméprazole, est dissout dans un volume de 02ml d'eau distillé .



Figure 12.- les différentes solutions administrées chez les rats .

➤ Induction de l'ulcère gastrique par l'éthanol

Les ulcères ont été induits par gavage intra-gastrique de l'éthanol à 99% avec une dose de 0,5ml/kg .

▪ Sacrifice des animaux

Après le passage d'une heure à l'administration des différentes solutions préparées, les rats ont été sacrifiés par la dislocation cervicale sous l'anesthésie au chloroforme. Une dissection

ventro-médiane est effectuée pour le prélèvement des estomacs, en subissant une ouverture selon la grande courbure et lavés avec de l'eau physiologique froide (NaCl à 0,9%), ainsi que les observations ont été réalisées à l'œil nu et à l'aide d'une loupe binoculaire, puis les estomacs ont été conservés dans le formol (10%), dont le but de l'étudier l'histopathologie .

➤ **Evaluation de l'activité anti-ulcéreuse**

L'évaluation de l'activité anti-ulcéreuse nécessite des méthodes pour pouvoir calculer le taux de protection de l'ulcère gastrique par l'extrait de SN. Les photos des estomacs obtenues ont été enregistrées sur l'ordinateur et analysées à l'aide du logiciel imageJ qui permet de mesurer la surface totale de l'estomac et la surface des régions ulcérées (YOUNG *et al*, 2019), dont deux paramètres ont été obtenue.

% Indice d'ulcération = (surface totales des lésions / surface totale de l'estomac)*100

Le pourcentage de protection ou d'inhibition de l'ulcère pour chaque groupe traité est calculé selon la formule suivante.

$$\% \text{ protection} = \frac{\text{IU témoin} - \text{IU traité} * 100}{\text{IU témoin}}$$

IU: Indice d'ulcération

I.6. Analyse statistique

Un test t Student a été effectué, afin de comparer les valeurs des lots traitées par l'extrait de SNP avec celle obtenue par l'administration de l'Oméprazole (contrôle +) ainsi qu'avec l'éthanol (control -). Avec une valeur de $p < 0.05$ était considérée comme significative .

Chapitre II

Résultats et discussion



Les principaux résultats obtenus des différents tests biologiques des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles de *Solanum nigrum* sont présentés dans ce chapitre.

II.1. Rendement et caractéristiques des polysaccharides hydrosolubles de *solanum nigrum*

II.1.1. Caractéristiques de l'extrait polysaccharidique des fruits de *solanum nigrum*

Le tableau et la figure montre les propriétés des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles de *solanum nigrum* :

Tableau 06: Caractéristiques et rendement des polysaccharides hydrosolubles de *Solanum nigrum*

Caractéristique	Echantillon 01	Echantillon 02
Aspect	Solide	Solide
Couleur	Gris	Brune
Rendement	2,4%	4,6 %



E01

E02

Figure 13.-Extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles de *Solanum nigrum*

Le tableau 06 et la figure 12 montre que les polysaccharides hydrosolubles pour les deux échantillon E01 et E02 ont un aspect solide, et de couleur brune et Gris .

II.1.2- Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles de *Solanum nigrum*

L'extrait obtenu après prétraitement, macération, précipitation et lavage par l'acétone est séché, puis pesé pour déterminer le rendement. Ce rendement relatif est calculé par rapport au poids de la matière sèche ayant servi à l'extraction. D'après le résultat noté dans le tableau (06), il apparaît que le rendement massique de l'extrait polysaccharidique des fruits de *Solanum nigrum* est de 2,4% pour les polysaccharides issus d'éthanol (E01), et de 4,6 % pour les polysaccharides issus d'isopropanol E(02). Le rendement d'E02 est deux fois élevé que E01.

Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par MOHAMED *et al.* (2015) qui ont obtenu des rendements en polysaccharides brut hydrosolubles 7,53% de *Opuntia stricta*. Ainsi, XIA *et al.* (2012) ont obtenu un rendement des polysaccharides bruts de *Solanum nigrum* entière est 7,53%, par contre le rendement noté est supérieure au rendement signalé par BOUAL *et al.* (2015) pour les polysaccharides extraits des feuilles de *Plantago notata Lagasca* qui est de 2,0 %. WENTAO *et al.*, (2009) ont trouvé dans l'étude de plante *Pteridium aquilinum* un rendement égal 2,02% qui est proche au résultat d'échantillon issu par éthanol 2,4 %. JIAN *et al.*, (2010) ont trouvé un rendement égale 4,56% obtenu par *Cyclocarya paliurus* qui est plus proche que celle de l'échantillon issu d'isopropanol 4,6%.

Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles est influencés par plusieurs facteurs, tels que le temps d'extraction, la température d'extraction et le rapport eau /matériau (RAN *et al.* 2017). Aussi les caractéristiques physico-chimiques de polysaccharide, les techniques d'extraction, telles que l'extraction à l'eau chaude, l'extraction assistée par micro-ondes, l'extraction assistée par ultrasons, l'extraction assistée enzymatique (RAN *et al.* (2019).

II.1.3 Composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble

La détermination de la composition de l'extrait polysaccharidique hydrosoluble issu des fruits de *solanum nigrum*, est effectuée par des dosages colorimétriques d'oses totaux, d'oses neutres, de polyphénols totaux et des protéines.

Les figures 14 et 15 représentent la composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble pour les deux échantillons obtenus par les fruits de *Solanum nigrum*. Ces deux échantillons résultent par deux types d'alcool différents, qu'ils sont l'éthanol et l'isopropanol, où nous avons observé la différence de pourcentage de la composition dans les deux échantillons.

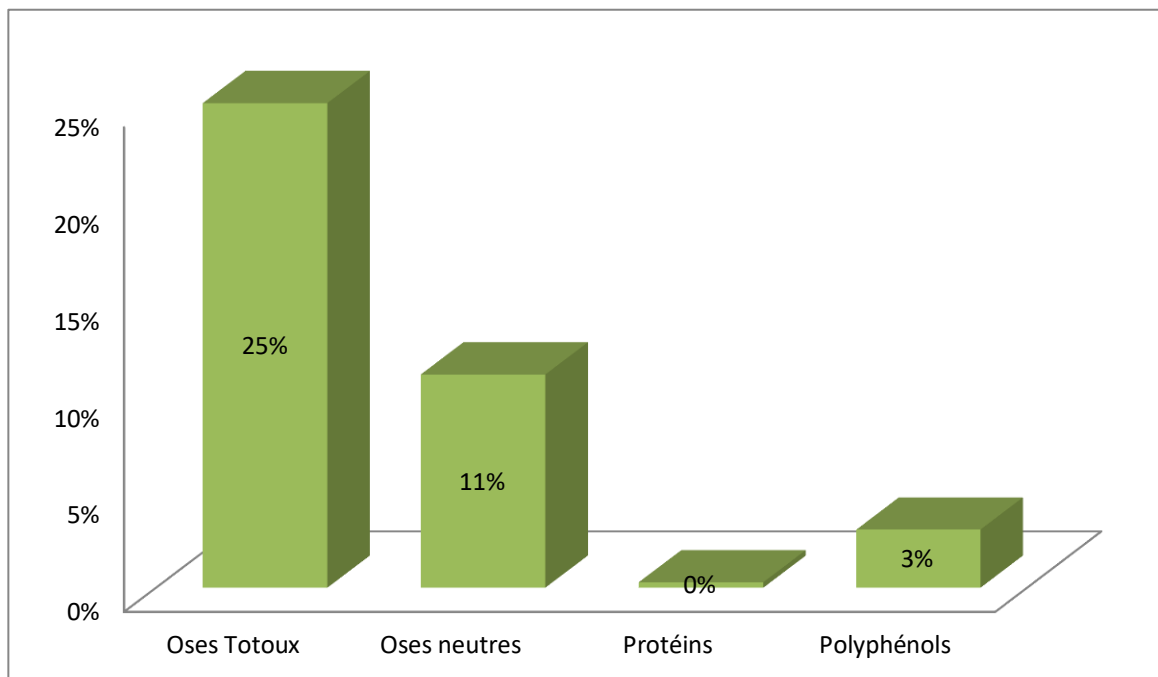


Figure 14.- Composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble de *Solanum nigrum* issu d'éthanol.

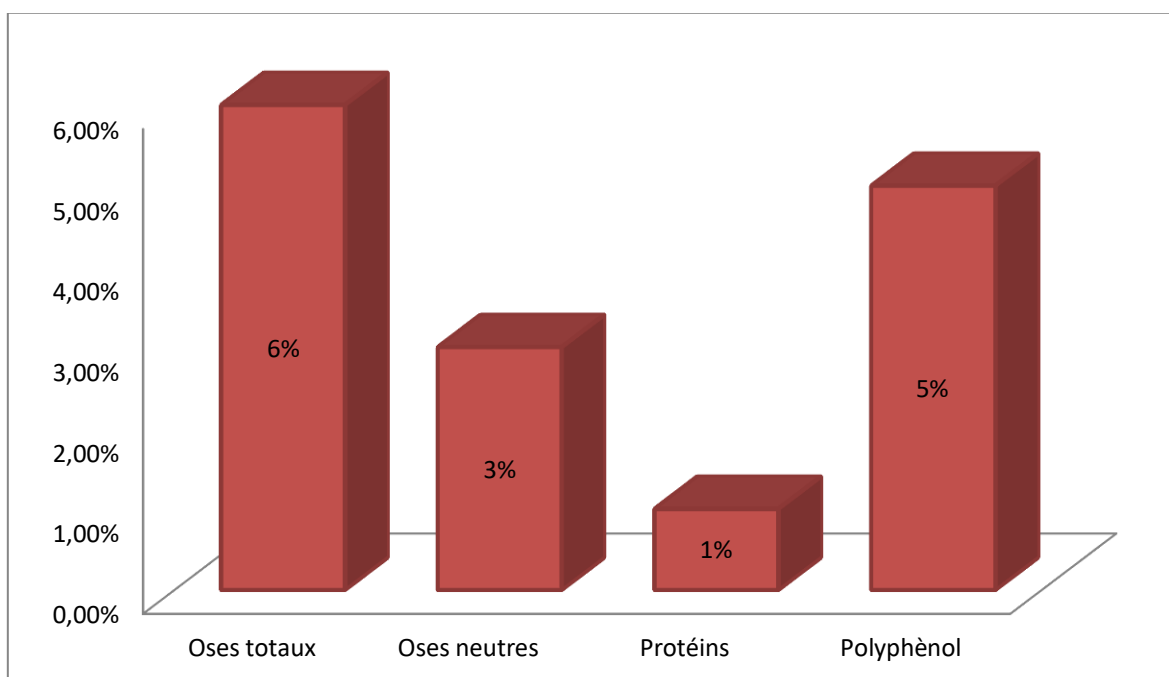


Figure 15.- Composition de l'extrait brut de polysaccharide hydrosoluble de *Solanum nigrum* issu d'isopropanol.

Les polysaccharides hydrosolubles de *solanumnigrum* renferment 25% d'oses totaux, 11% d'oses neutres, 03% des polyphénols totaux, et 0% des protéines pour l'échantillon issu d'éthanol. Par contre l'échantillon issu d'isopropanol renferme 6 % d'oses totaux, 03% d'oses neutres, 05% des polyphénols totaux, et 1 % des protéines.

La teneur en oses totaux et oses neutres contenu dans l'échantillon 01 est plus élevée que l'échantillon 02 (polysaccharides issu par l'éthanol), au contraire le pourcentage de protéines, et polyphénols sont élevés dans l'échantillon N°02 (polysaccharides issu par d'isopropanol). Les oses totaux sont les constituants majeurs des polysaccharides hydrosolubles dans les fruits de *Solanum nigrum*.

Les fruits de *Opuntia strict* sont constitués de 27,25% d'oses totaux, et 3.22% de protéine (MOHAMED *et al.*, 2015). Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues dans notre étude. Pour une fraction polysaccharidique des racines de *Ephedra alata* la composition en protéines est supérieure que celle trouvée dans les échantillons des fruits de *Solanum nigrum* dont un taux de 5,68 signalé par (LEILA *et al.* 2015). La composition des échantillons polysaccharidiques issus des fruits de *Solanum nigrum* est plus inférieure que celle trouvée chez les polysaccharides issue de *Lycium europaeum*, dont elle est constituée par des taux d'oses totaux de 77.59% , et 2.25% de protéines sont signalés par (ILHEM *et al.*, 2018).

ILHEM *et al.* (2019) ont trouvé dans l'étude des fruits de *Nitraria retusa* , des teneurs en oses totaux , en oses neutres , en protéine, et en polyphénols , 69.14% , 46.01% , 18.67% , et 5.47% respectivement , ces résultats sont plus supérieurs que ceux obtenus de *Solanum nigrum* pour les deux échantillons en exception de polyphénol qui présente une valeur proche de notre résultat.

La composition chimique des polysaccharides hydrosolubles varie suivant diverses conditions telles que l'environnement climatique, la localisation, l'origine géographique et la période de récolte (SAENZ *et al.*, 2004). Aussi les méthodes d'analyse utilisées (WANG et ZHU, 2019). Aussi le pH et la température des milieux d'extraction influent sur la teneur des protéines obtenues (MILANI *et al.*, 2007 ; YOUNG 2015).

II.2. Analyse qualitatif des groupements fonctionnels par Infra –Rouge

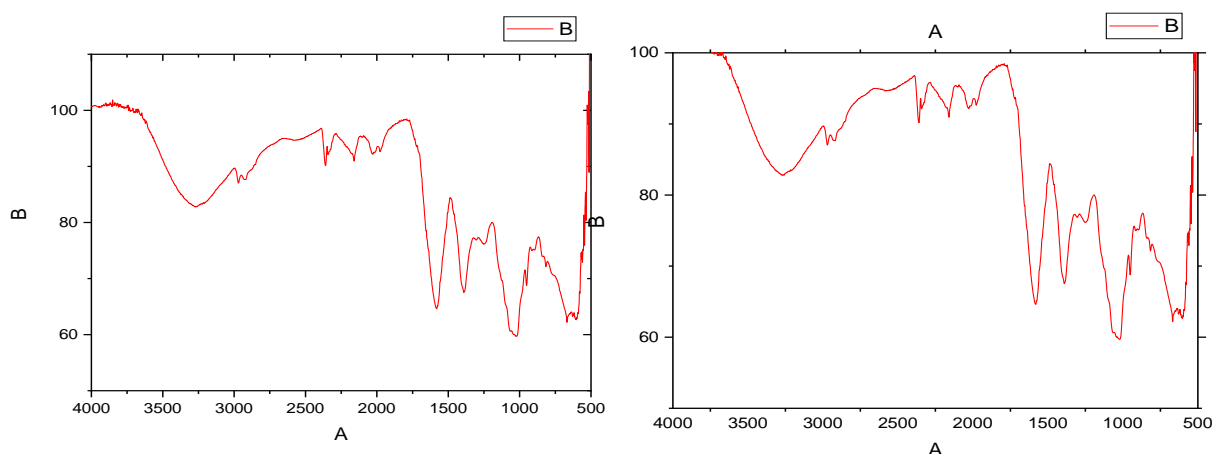


Figure 16 Spectre d'absorption IR des polysaccharides hydrosolubles extrait de fruit *Solanum nigrum* (A.- E01 l'éthanol, et B.- E02 l'isopropanol).

L'analyse Infra –Rouge d'un échantillon d'origine végétal .L' Infra –Rouge des polysaccharide hydrosoluble des fruit de *Solanum nigrum L* est représentée par la figure 16 ci-dessus .

Les résultat obtenus dans les deux extraits polysaccharidiques révèlent la présence d'une large bande intense entre 3200-3500 cm^{-1} est attribuée à la vibration d'élongation des groupements hydroxyles (OH) caractéristiques des polysaccharides ainsi qu'à l'absorption de l'eau (ADEL *et al.* 2010).De faible bandes de vibrations asymétriques des liaison C-H sont observées entre 2800-3000 cm^{-1} (BRAIN –JAISSON *et al* ,2014). De plus, les signaux observées à 1730 et 1241 -1243 cm^{-1} mettent en évidence la présence de group acétyles issus de résidus pectique comme indique dans la littérature (BRITO *et al* ,2004).

De même, les absorptions observées ou l'alentours des 1500 et 1418 cm^{-1} sont attribuées aux groupement carboxylates (- COO⁻)(BRITO *et al.* ,2004).Dans cette zone ,une large bande située à 1500 cm^{-1} correspond plus spécifiquement à la vibration d'élongation de la fonction C=O du groupement carboxylique (COOH) de l'acide galacturonique (BARKA *et al* ,2013). Généralement, les bandes observées entre 700 cm^{-1} et 1200 cm^{-1} sont spécifique aux vibration des liaison C-O –C et C- O- H des structures polysaccharidiques(SCHMITT *et FLEMMING* 1998)

II.3.-Activités biologiques de l'extrait brut polysaccharidique

II.3.1.-Activité antioxydante

L'activité antioxydante est évaluée par les tests DPPH Réduction du radical 1,1'-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH)

Les radicaux libres sont des substances qui ont des électrons non appariés dans leur structure et se produisent largement dans la nature. En raison de leur instabilité, les radicaux libres peuvent causer des problèmes de santé nocifs induisant des dommages aux cellules et altérant l'ADN, les protéines et les membranes lipidiques, ce qui peut entraîner plusieurs maladies telles que le cancer, l'athérosclérose et le vieillissement (HAN et al., 2016). Pour réduire les dommages causés par l'oxydation aux humains, de nombreuses recherches sont consacrées à l'utilisation d'antioxydants (ZHANG *et al.*, 2019). Les antioxydants sont des substances excrément importantes qui possèdent la capacité de protéger le corps contre les dommages causés par le stress oxydatif induit par les radicaux libre. La mesure de l'effet antioxydant est effectué de manière spectrale à partir de la spectroscopie UV-visible pour le teste de piégeage du radical DPPH. La capacité antioxydante de polysaccharides issus des fruits de *solanum nigrum* est déterminée et comparée à l'activité de composé anti-radicalaire le BHA comme référence. En général, l'activité d'élimination des radicaux DPPH des polysaccharides est due à leurs capacités de donner des électrons ou des hydrogènes. La capacité de balayage peut être exprimé par le taux d'inhibition, plus le taux d'inhibition est élevé, plus l'activité antioxydante est fort (CHEN *et al.*, 2018). Les résultats obtenus pour l'activité antioxydante de *Solanum nigrum* sont représentés dans la figure suivant :

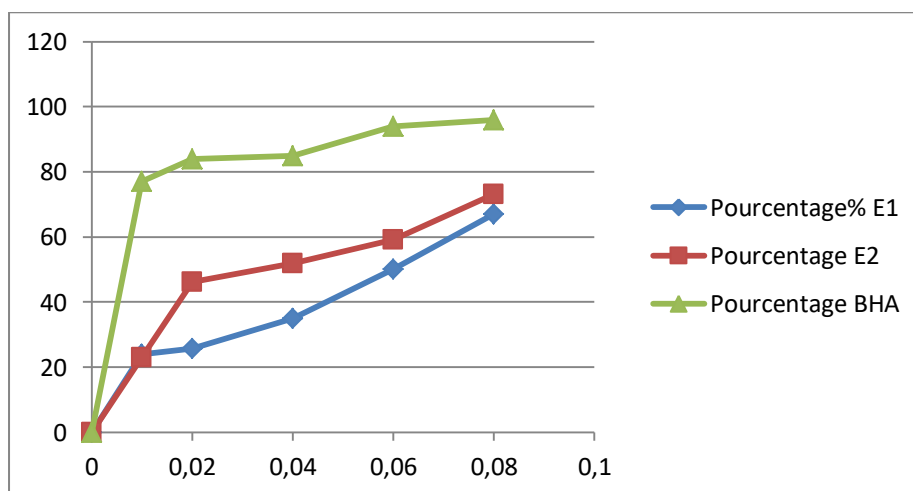


Figure 17. Représentation graphique de pourcentage d'inhibition de radical DPPH pour l'extrait polysaccharidique et le BHA.

A partir de la représentation graphique on observe que le pourcentage d'inhibition de radical augmente avec l'augmentation de la concentration pour les deux échantillons et le BHA.

A partir des équations linéaires, on peut calculer les IC_{50} des échantillons en mg/ml qui définit comme la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du radical DPPH, plus la valeur de IC_{50} est petite, plus l'activité antioxydante est élevée.

Tableau 07.- Les valeurs d' IC_{50} et AAI d'inhibition des radicaux DPPH

Echantillon(mg/ml)	BHA	E01	E02
IC_{50}	0.03	0.06	0.04
AAI	3,3	1,6	2,5

Les résultats de la figure 15, et le tableau 07 montrent que les polysaccharides issus d'éthanol (E01) ayant une activité antioxydante modérée et inférieure que les polysaccharides issus d'isopropanol (E02) avec une IC_{50} égale 0.06 mg/ml et AAI égale 1,6. Mais l'échantillon 02 et le BHA ont une activité antioxydante très forte par un IC_{50} égale 0,03 mg/ml et 0,04 mg/ml, et une valeur d'AAI égale 3,3 et 2,5 respectivement.

Les polysaccharides hydrosolubles des racines d'*Acanthophyllum bracteatum* possèdent une activité antioxydante inférieure que notre plante par une valeur de IC_{50} égale 2,6 cette valeur est supérieure que l'espèce étudiée. *Solanum nigrum*. (KAMBIZ *et al.* 2011).

ILHEM *et al.* (2018) ont trouvé par l'étude de l'activité antioxydante des polysaccharides de *Lycium europaeum* (solanaceae) une valeur d' IC_{50} égale 1.22 mg/ml, cette valeur est supérieure que celle des deux échantillons obtenus dans la présente étude.

La différence de résultat de l'activité antioxydante obtenue par ces études est due à la composition en monosaccharide, à la taille moléculaire, à la structure et à la conformation des polysaccharides. Ces monosaccharides sont des agents réducteurs car ils peuvent fournir de l'hydrogène, qui peut se combiner avec des radicaux et former un radical stable pour terminer la réaction radicalaire (LI *et al.*, 2006). RUIZHAN *et al.*, (2011) ont été rapportés que la cystéine, le glutathion, l'acide ascorbique, le tocophérol, les composés aromatiques poly hydroxylés et les amines aromatiques pourraient réduire et décolorer le DPPH par leur capacité à donner de l'hydrogène. Ces résultats indiquent que E01 et E02 pourraient agir comme un donneur d'électrons ou d'hydrogène pour piéger la DPPH.

En général, l'activité de piégeage radicalaire élevée des extraits polysaccharidiques est due à la présence d'une teneur élevée de polyphénol (DEWIR *et al.*,2010) . Ce résultat est prouvé par l'activité antioxydante élevée des polysaccharides issus d'isopropanol (5%) de polyphénol par rapport les polysaccharides issu d'éthanol (3%) de polyphénol.

II.3.2.- Activité anticoagulant de l'extrait polysaccharidique

L'activité anticoagulante est évaluée par les deux tests de coagulation TP et TCA, les résultats obtenus sont présentés dans les figures 17, et 18 suivants.

II.3.2.1. Test de céphaline Kaolin (TCA)

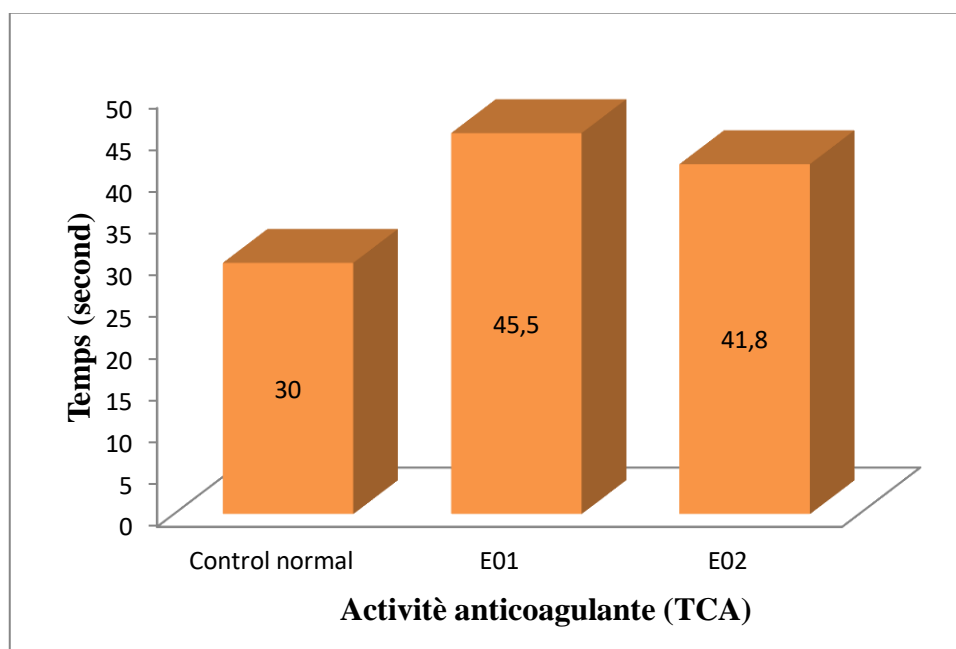


Figure 18.-Temps (seconde) de céphaline activée (TCA) pour Les deux échantillons pour une concentration de 100µg/10µl

D'après les figures 16, et 17, qui présentent les résultats de temps de céphaline activée (TCA). On observe que l'échantillon E01 et l'échantillon E02 ont un temps supérieur que le control normal (absence d'un anticoagulant) par des valeurs 45.5(s), 41.8(s) et 30(s) respectivement. Ce résultat montre que les polysaccharides issus par les deux échantillons de *Solanum nigrum* ayant un effet sur la voie endogène de la coagulation dans le test TCA par rapport au contrôle normal 30(s). Donc le *Solanum nigrum* ayant un effet anticoagulant par la prolongation de temps de coagulation et lente le processus de coagulation, cet effet est faible.

II.3.2.2.- Test de temps de Quick (TQ)

Les résultats de test de temps de Quick sont présentés dans le tableau 07.

Tableau 08.- Résultats de test TP pour l'activité anticoagulante de l'extrait polysaccharidique

Type de l'échantillon	Concentration de l'échantillon	%	INR	TQ
Control Normal	0µg /10µl	100	1,00	12,5
Extrait d'isopropanol	10µl	93,3	1,06	13,25
Extrait de l'éthanol	10µl	87,3	1,12	14

Le tableau 07 présente les valeurs obtenues le test de prothrombine (TP) de l'extrait polysaccharidique issu d'isopropanol et de l'éthanol.

Les résultats de temps de Quick (TQ) enregistré pour le test TP est de 12,5(s) pour le contrôle normal, 13,25(s) pour le polysaccharide issu d'isopropanol et 14(s) pour le polysaccharide issu d'éthanol.

Les résultats des échantillons sont élevés par rapport aux control normal 12,5(s). Le control positif l'héparine, selon SHUANG *et al.*(2019) et BERNADETH *et al.* (2015) qui enregistrent un temps de Quick de coagulation 12 (s)et 8 (s) de l'héparine pour la même concentration de l'échantillon de la présente étude dont une valeur de 10µg/µl ces résultats montrent que l'héparine ont une activité anticoagulant très faibles . A partir de ces résultats on conclut que les extraits polysaccharidiques des deux échantillons de *Solanum nigrum* ont une activité anticoagulante remarquable.

II.3.3 Activité antiulcéreuse

II.3.3.1.- Evaluation de l'activité anti-ulcéreuse

L'activité gastro-protectrice de l'extrait polysaccharidique SNP a été évaluée par l'induction d'un modèle d'ulcération provoqué expérimentalement *in vivo* par l'utilisation de l'éthanol à 96 %.

➤ Observation macroscopique

L'administration intra-gastrique de l'éthanol à des souris a engendré des lésions gastriques au niveau de l'estomac correspondant à des ulcérations se manifestant par des rougeurs de la muqueuse et signe d'hémorragies. D'autre part, les estomacs des souris du groupe témoin et de contrôle positif traité par l'Omèprazole (20mg/kg) ne présentent aucune des lésions décrites précédemment.

En outre, les observations macroscopiques des estomacs des souris des groupes tests prétraités par l'extrait polysaccharidique de *Solanum nigrum* et d'une autre plante à différentes concentrations de 50 et 75mg/kg ont montré une nette réduction des lésions gastriques produites par l'agent ulcérogène, par rapport au groupe de souris traités par l'éthanol, figure 19.

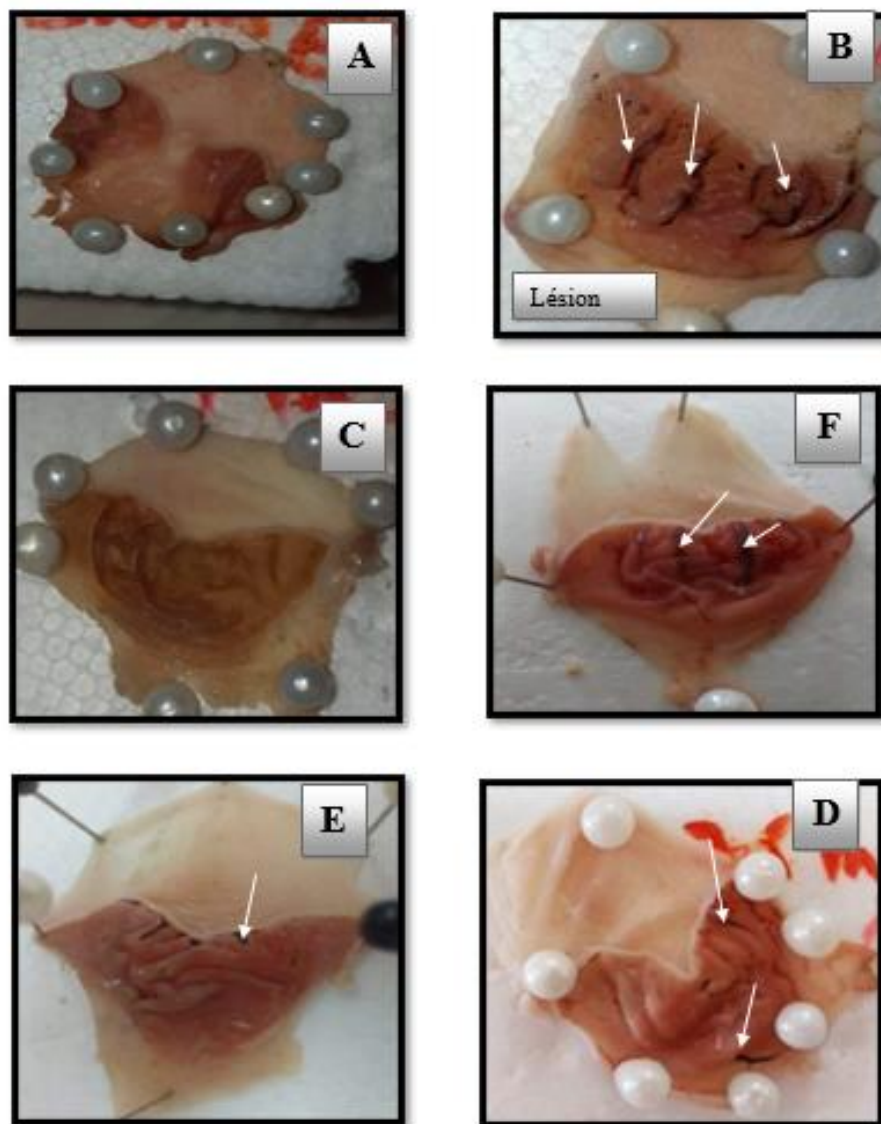


Figure 19 Les estomacs A) Estomac du témoin ; (B) Estomac du contrôle (-) ; (C) Estomac du contrôle (+) ; (D), (E), Estomacs traitées par les concentrations 50, 75, mg/kg de SNPet (F) par 75 mg/kg de XP.

II.3.3.2.- Evaluation des pourcentages d’ulcération (indice d’ulcération) et de protection par l’image J

L’estimation des surfaces lésées par rapport aux surfaces totales de l’estomac à l’aide du logiciel Image J nous a permis d’évaluer l’effet anti-ulcéreuse de l’extrait polysaccharidique de *Solanumnigrum* contre les lésions induites par l’éthanol. Les résultats sont montrés dans le tableau 08.

Tableau 09.- Résultats d’ulcération et d’inhibition calculés par image J

Traitement de Lot (n=3)	Dose administré	S T d’estomac	Taux de lésion	Indice d’ulcération	Moyen d’indice protection	% de protection	Moyen de Protection
Lot 1 (témoin)	2 ml d’eau distillé	-	-	0	0	-	
		-	-	0	0	-	
		-	-	0	0	-	
Lot 2 (control négatif)	0.5 ml/kg d’éthanol	13190.585	85	0.4%	1.2%	-	-
		11913.897		2%			
		22411.722					
Lot 3 (control positif)	2 ml/kg oméprazole	26302.219	0	-	-	100%	100%
		18871.373		-		100%	
		13177.959		-		100%	
Lot 4	50 mg/kg de SNP	14456.667	60	0.4 %	1.15%	80%	42.5%
		21873.036		1.9 %		5%	
		19117.822					
Lot 5	75 mg/kg de SNP	17543.173	53.6	015%	0.97%	92%	51%
		15367.889		1.8 %		10%	
		21608.911					
Lot 6	75 mg/kg de XP	22072.518	56.3	1%	0.8%	50%	60 %
		19634.624		0.6%		70%	
		16669.154					

II.4. Etude statistique

Les différences significatives statistiques entre les groupes traités par les concentrations polysaccharidiques, ainsi qu’avec l’éthanol (contrôle -) et l’Oméprazole(contrôle +), ont été déterminées par l’utilisation du test t Student.

II.4.1. Indice d'ulcérations

Une comparaison entre les moyennes d'indice a été effectuée pour les lots traités par les extraits d'SNP et XP, à des concentrations croissantes (50, 75mg/kg) avec le lot du contrôle -, avec une différence significative ($p < 0,5$) a été révélée, ce qui prouve l'effet ulcérigène de l'éthanol. Les descriptives d'indice d'ulcération sont indiquées dans la figure 20.

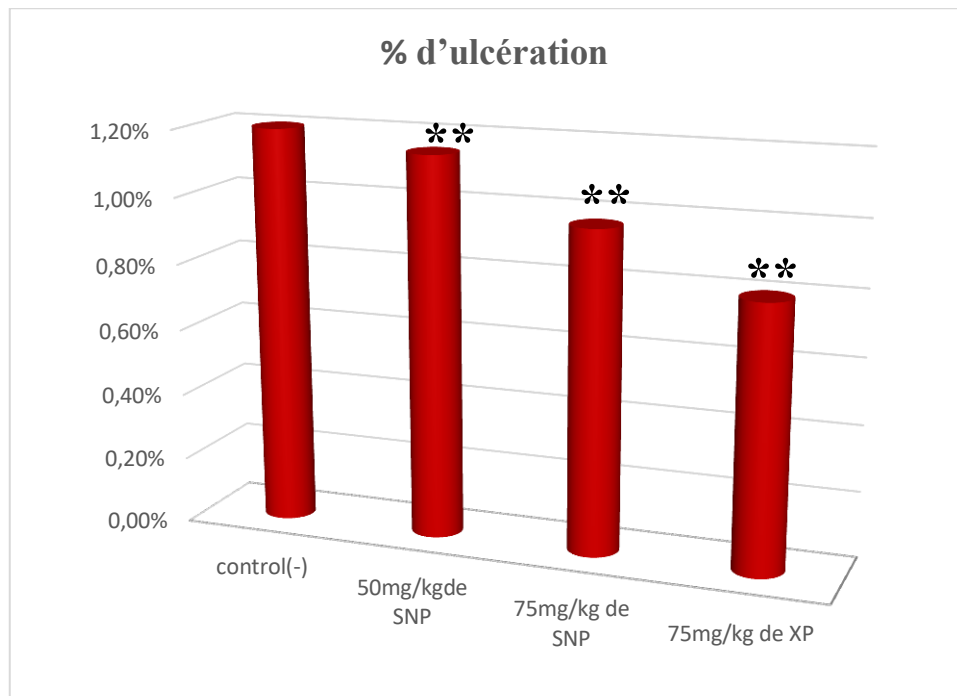


Figure 20.- Effet de l'administration orale de l'éthanol (contrôle -), de l'Oméprazole (contrôle +), et de l'extrait SNP et XP sur l'induction de l'ulcère gastrique chez des rats.

** (c'est -a- dire très significatif de $p < 0,01$)

II.4.2.- Pourcentages de protection

Une comparaison entre les moyennes de protection a été effectuée pour les lots traités par les extraits de SNP et XP à des concentrations croissantes (50, 75 mg/kg) avec le lot du contrôle - ainsi qu'avec ce du contrôle +. Les descriptives des pourcentages d'ulcération sont indiquées dans la figure 21.

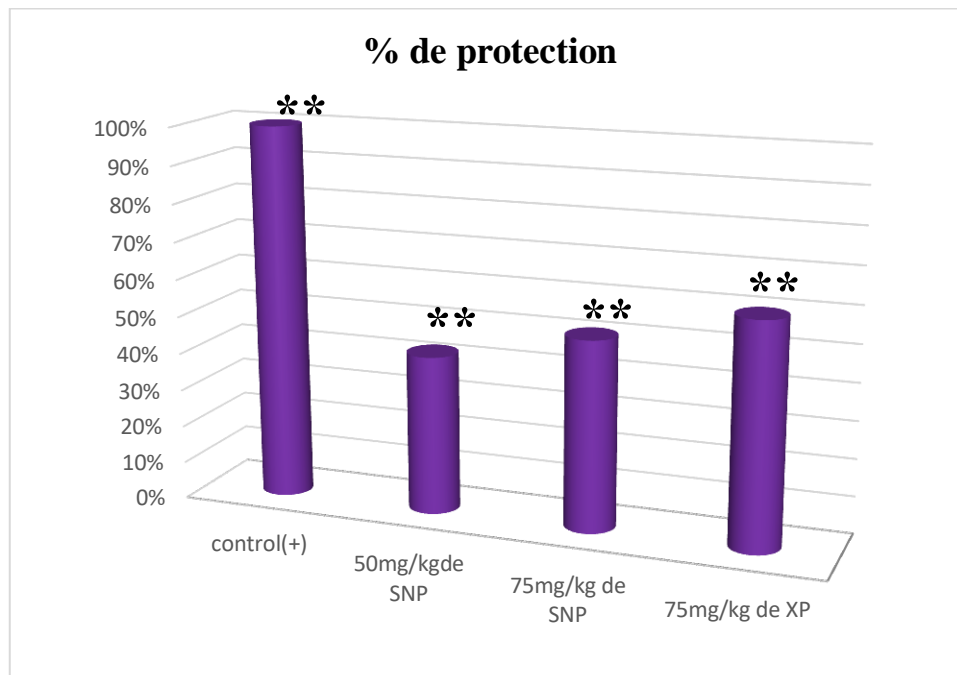


Figure 21.- Effet de l'administration orale de l'extrait SNP et XP , et du control + (Ompérazpl) sur la protection contre l'ulcère gastrique chez les rats

II.5. Etude histopathologique

Afin d'affirmer les observations obtenues dans l'évaluation macroscopique, une étude histopathologique a été réalisée sur les estomacs prélevés des rats. Cette étude a permis de mieux juger l'activité gastro protectrice de l'extrait SNP. Les résultats sont présentés dans la figure 22.

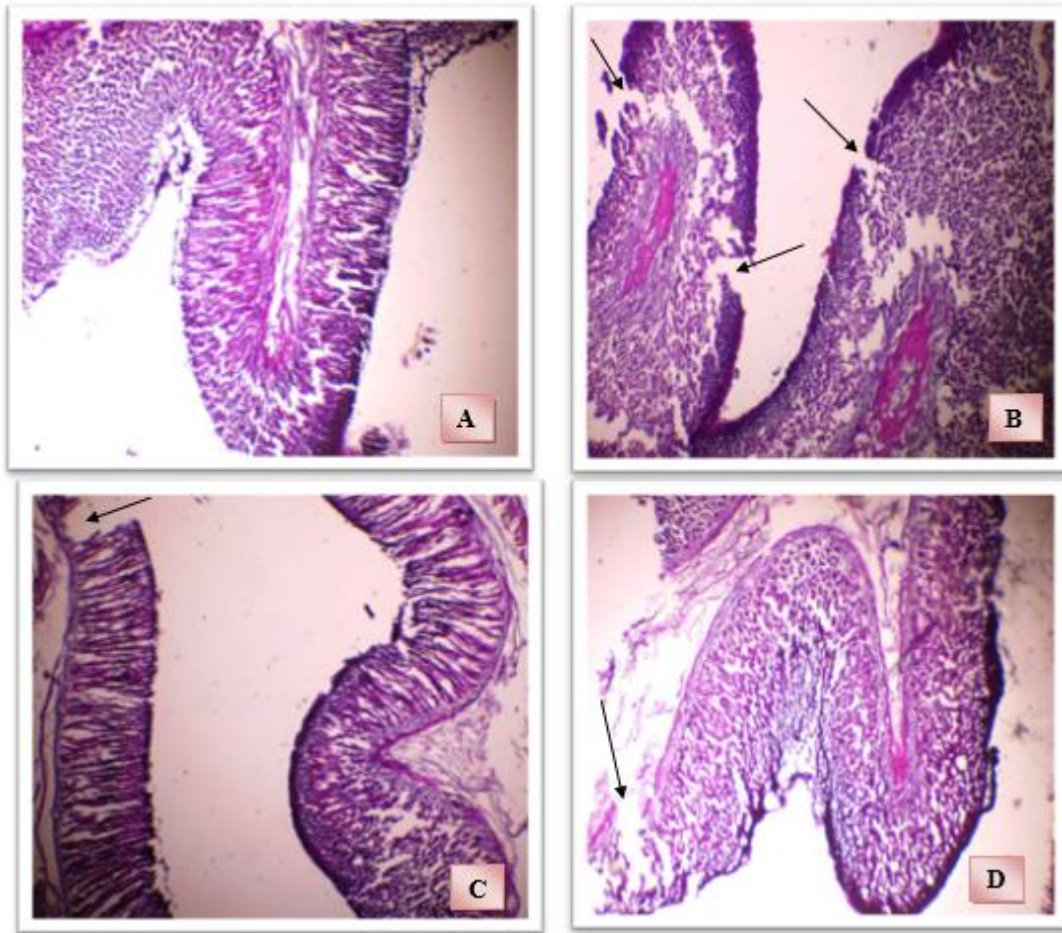


Figure 22.- Photographie Originale des coupes histologiques des estomacs : (A) Témoin, (B) Contrôle (-), (C) dose 50mg/kg, (D) 75mg/kg

L'étude histo-pathologique a montré que les lésions subies les estomacs traités par l'oméprazole et l'extrait SNP ont été réduites significativement en comparaison avec les estomacs traités par le contrôle-.

Des ulcérations de l'épithélium de revêtement ont été observées chez le groupe du contrôle - ,tandis que le groupe traité par l'Oméprazole a montré une protection puissante de lamuqueuse gastrique en comparaison avec les dommages causés par l'éthanol. Cependant la protection chez le lot traité par une dose de 50 mg/kg de l'extrait d'SNP a été inférieure que celles des lots traités par une dose de 75mg/kg de l'extrait SNP, et XP .

Conclusion



Les plantes médicinales attirent l'attention des chercheurs, en particulier dans le domaine de la recherche médicale ou de ce qu'on appelle la médecine alternative. Ce regain d'intérêt vient du fait que les êtres humains ont besoin de rechercher toujours pour des médicaments fiables mais avec moins des effets secondaires, ils recherchent pour des composants naturels comme une autre source à l'équivalent des produits chimiques industrielles

Les extraits polysaccharidiques de fruit de la plante de *Solanumnigrum* récoltée dans la région de Oued Souf sont obtenus par macération à chaud dans l'eau distillée, et précipités à l'aide des deux alcools différents(éthanol /isopropanol), le rendement massique de l'extrait polysaccharidique des fruits de *solanumnigrum* est de 2,4 pour les polysaccharides issus d'Ethanol (E01), et de 4,6 % pour les polysaccharides issus d'Isopropanol et (E02). Le rendement d'E02 est plus élevé deux fois plus que E01.

L'analyse l'extrait polysaccharidique est réalisé par les différentes méthodes de dosage colorimétriques, les résultats obtenus montrent que les extraits de l'espèce *Solanum nigrum* sont constitués de 25% d'oses totaux (issus d'éthanol), et 6% (issus d'isopropanol), il est remarqué aussi la présence des oses neutres 11% dans l'extrait issu par éthanol, et 3% de l'extrait issu d'isopropanol, le dosage des protéines par la méthode de BRADFORD montre (0%) dans l'extrait issu par éthanol, et un taux plus faible dans l'extrait d'isopropanol avec une teneur de 1% . le taux des polyphénols 5% dans les polysaccharides issus d'éthanol, et 3% de polyphénols dans les polysaccharides issus d'isopropanol.

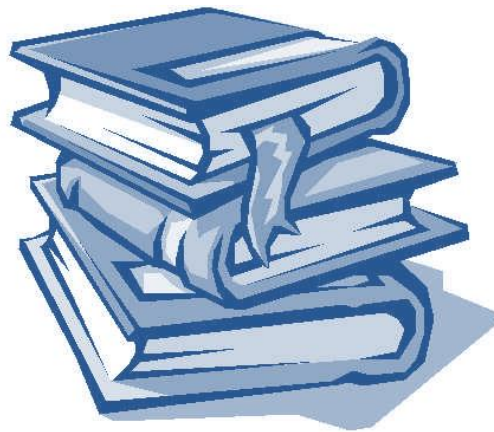
L'activité anticoagulante par le test de mesure de temps de céphaline activée (TCA) des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles de l'extrait issu d'éthanol et 41,8s ,et 45,5s pour l'issus d'isopropanol .

L'activité anti oxydante de test de DPPH, les polysaccharides issus d'éthanol ayant une activité inférieure que les polysaccharides issu d'isopropanol avec des IC_{50} égales 0.06 mg/ml, et 0.04 mg/ml respectivement .Ces résultats montrent que l'espèce étudiée possède une activité anti-oxydante notable, mais cet effet est moins que celui de BHA (élément référence) qui est considérée comme un antioxydant puissant avec un IC_{50} égale 0.03 mg/ml.

L'activité antiulcéreuse est évaluée par l'administration intra gastrique d'éthanol, l'extrait polysaccharidique SNP à différentes doses (50, et 75 mg/kg) et le médicament Oméprazole 20mg/kg. Les résultats montrent que l'extrait de SNP ont des pourcentages d'ulcération de 1,15% (50mg/ml) et 0,97 (75mg/ml) et des pourcentages de protection de 43% pour la dose 50mg/kg et

51% pour la dose 75mg de SNP et pour la dose 60% de XP . Ces résultats sont significatives par rapport aux control positif .

Références bibliographiques



- **Adel , A.M ,Abdel- Wahab ,Z H ,Ibrahim ,A.A, et Al Shamy ,M.T.,(2010)** Characterization of microcrystalline cellulose prepared from lignocellulosic materials. Part I. Acid catalyzed hydrolysis .Bioresource Technology 101 :4446-4455p.
- **Ader, J.L, et al. (2003).** Physiologie. Paris : Masson. 254p
- **Adiaratou TOGOLA, Korotimi KARABINTA, Adama DÉNOU2,Mahamane HAIDARA, Rokia SANOGO et Drissa DIALLO ,2014.** Effet protecteur des feuilles de *Opilia celtidifolia* contre l'ulcère induit par l'éthanol chez le rat. Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(6): 2416-2423.
- **AimanSaleh A. Mohammed,• Muhammad Naveed & Norbert Jost (2021).** Polysaccharides; Classification, Chemical Properties, and Future Perspective Applications in Fields of Pharmacology and Biological Medicine (A Review of Current Applications and Upcoming Potentialities). Journal of Polymers and the Environment. Doi.org/10.1007/s10924-021-02052-2.
- **Aja Aravamudhan, Daisy M. Ramos, Ahmed A. Nada, Sangamesh G. Kumbar (2014).** Natural Polymers: Polysaccharides and Their Derivatives for Biomedical Applications . Natural and Synthetic Biomedical Polymers chapter 04 , p (68-89) .
- **Albouchi F, Attia M,Hanana M and Hamrouni L. (2018)** . Ethnobotanical Notes and Phytopharmacologies on *Solanumnigrum* Linn. (Family: Solanaceae) . American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics , Vol.6 No.1:5 . DOI: 10.21767/2321-2748.100341.
Anirudhan TS, Binusree jayan (2016). Dextran based nanosized for the controlled and targeted delivery of curcumin to liver cancer cells. Int J BiolMacromol , Vol .88, 222-35.
- **Anju , Mohammad Idris (2018)** Makoy (*Solanum nigrum*) - A review on a unani drug .Journal of Pharma Research ,Vol. 7(9) , 204-209.
- **Apostolidis, E., Karayannakidis, P. D., Kwon, Y. L, Lee, C. M., &Seeram, N. P. (2011).** Seasonal variation of phenolicantioxidant-mediated alpha-glucosidase inhibition of *Ascophyllum nodosum*. Plant Foods for Human Nutrition, Vol , 66(4), 313-319.
- **Arun Kumar Srivastava, Vinay Kumar Singh (2017).** Biological action of *Piper nigrum*-the king of spices . European Journal of Biological Research , 7 (3), 223-233 .
- **Ashwani Kumar, S. Sagwal, Niketa and S. Rani (2012).** An updated review on molecular genetics , photochemistry , pharmacology and physiology of black nightshade (*solanumnigrum*) . International JournalOf Pharmacological Science and Research , Vol 3(9) , 2956-2977

- **Barka ,N , Abdennouri ,M ,El Makhfouk ,M, et ,Qurzal ,S, (2013) .** Biosorption characteristics of cadmium and lead onto eco friendly dried cactus (Opuntia ficus indica) Cladodes . Journal of Environmental Chemical Engineering 1,144, 149 p.
- **Bernadeth F. Ticar , Zuliyati Rohmah , Carmelo V. Ambut , Yeung-Joon Choi ,Solange I. Mussatto , Byeong-Dae Choi , (2015) .**Enzyme-assisted extraction of anticoagulant polysaccharide from Liparis tessellatus eggs . International Journal of Biological Macromolecules , Vol (74), 601–607.
- **Bhatia S.** Microbial polysaccharides as advance nanomaterials. In: Bhatia S, editors. Systems for drug delivery, safety, animal, and microbial polysaccharides. Switzerland: Springer International Publishing; p. 29-54
- **Bisht, S., Kant, R, & Kumar, V. (2013).** a-D-Glucosidase inhibitory activity of polysaccharide isolated from Acacia tortilis gum exudate. International Journal of Biological Macromolecules, Vol (59) , 214-220.
- **Bouarioua, N., MerroTuche, M., Pospai, D., & Mignon, M. (2007).** Physiopathologie de la maladie ulcéreuse gastroduodénale à l'ère d' « Helicobacter pylori ». EMC-Gastro-Entérologie. janv, 2(4) : 1-12.
- **Boudjouref M,(2011) –** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'artemisiacampestris L . mémoire de magister , université Ferhat Abbes Sétif .
- **Boutaleb, N. (2007).** Etude de la formation de biofilms sur les surfaces de matériaux couramment utilisés dans les canalisations d'eau potable. Thèse de doctorat, Chimie, Université de Bretagne-Sud, 153P.
- **Brian - Jaisson , F, Ortalo -Magné ,A, Guentas -Dombrowsky ,L ,Armougom ,F., Blache ,Y ,et Molmeret ,M, (2014) .** Identification of bacterial strains isolated from the Mediterranean sea exhibiting different abilities of biofilme formation microbial Ecology ,68 (1): 94 – 110 p.
- **Brito ,A , .C. F ., Silva ,D. A ., Regina ,C .M.P . et Feltosa , J.P.A , (2004) .** Sterculia striata exudate polysaccharide : characterization , rheological properties and comparison with Sterculia urens (Karaya) polysaccharide . Polymer international , 53 : 1025 -1032 p .
- **Brudieux ,V,(2007) ,** Chapitre 1:Travaux antérieur .extraction . Modification enzymatique caractérisation chimique de nouvelle structure pectique .Applications de la relation structure / activité à la dermocosmétique . Ed : université de Limoges30p .

- **Brudieux V., 2007.-** Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. A l'occasion de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 220p.
- **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. médicales internationales Editions Technique & Documentation, 647-673P.
- **Casu B, Naggi A, Torri G.(2015).** Re-visiting the structure of heparin. Carbohydr Res Vol (403) , 60-8.
- **Chelak SK, Saraf S, Saraf S.(2015) .** Preformulation and formulation study of anticancer principle of piperine. World J Pharma Res. Vol. 4(12): 722-737.
- **CHEN F., HUANG G. 2018-** Antioxidant activity of polysaccharides from difference sources of ginseng. International Journal of Biological Macromolecules.13p
- **Chou, J., Xu, G., Yan, J., U, K, Bai, Z., Cheng, W., et al. (2015).** Rehmannia glutinosa (Gaertn.) DC polysaccharide ameliorates hyperglycemia, hyperlipemia and vascular inflammation in streptozotocin-induced diabetic mice. Journal of Ethnopharmacology,
- **Collins P, Wagner -Ballon J 2013,** L'essentiel hépato – gastro –entérologie . Elsevier Health Sciences .
- **Coviello T, Grassi M, Rambone G, Alhaique F. A (2001).** Cross linked system from scleroglucan derivate: preparation and characterization. Biomaterials Vol (22), 1899. 909.
- **Cristina Popovici , Ilonka Saykova , Bartek Tylkowski .2009** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de génie industriel ,Vol. 4, 25-39
- **Czinn , Steven J , Samra S . Blanchard (2011) .** developmental anatomy and physiology of the stomach . Cedim. (2005). La lettre de Cedim.8 (23) : 9-10.
- **Czinn , Steven J , Samra S . Blanchard and Sundeep Arora (2006) .** developmental anatomy and physiology of the stomach .
- **Daniel R Clayburgh and Jerrold and R turner (2004) .** Stomach ; Anatomy , University of Chicago ,Chicago , IL , United States , volume 3 , 458 – 462 p .
- **De Angelis PL. (2012).** Glycosaminoglycan polysaccharide biosynthesis and production: today and tomorrow. Appl Microbiol Biotechnol , Vol .94(2),295-305.
- **DEWIRI Y.H., D. CHAKRABARTY2, S.-H. LEE3, E.-J. HAHN3 and K.-Y. PAEK3** Indirect regeneration of *Withania somnifera* and comparative analysis of withanolides in in vitro and greenhouse grown plants . BIOLOGIA PLANTARUM 54 (2): 357-360, 2010.

- **Di Donato, P., Poli A., Taurisano V., et Nicolaus B., (2015).** Polysaccharides Bioactivity and Biotechnology. 604-634. In KishanGopalRamawat, K. G. and Mérillon, J-M.
- **Dine, T., Claerbout, J.F. et Rave, M. (2008).** Traitement de l'ulcère gastro- Duodénale. Pharmacie clinique et thérapeutique. 3ème édition Paris : Elsevier Masson. P 215.
- **DUBOIS, M., Gilles, K. A., HAMILTON, J. D., Rebers P. A., SMITH F.(1956).-** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chern., vol. 28: 350-356-
- Scope in Medical Sciences. Medicinal Chemistry, Vol. 10(3)
- -J-
- **F. O. Atanu¹, U. G. Ebiloma&E. I. Ajayi (2011).** A review of the pharmacological aspects of SolanumnigrumLinn.Biotechnology and Molecular Biology Review ,Vol. 6(1), 001-007.
- **Fang Chen, Gangliang Huang , (2018) .** Preparation and immunological activity of polysaccharides and their derivatives International Journal of Biological Macromolecules , Vol (112) , 211–216.
- **Fatma Bouaziz², Dorra Driss², and Semia Ellouz Chaabouni 2015** Water-soluble polysaccharides from *Opuntia stricta* Haw. fruit peels: recovery, identification and evaluation of their antioxidant activities Int. Agrophys., 2015, 29, 299-306 . doi: 10.1515/intag-2015-0035
- **Fouzia Bashir (2019) .** Utility of mako (*Solanumnigrum*) in unani system of medicine . International Journal of Current Research Vol. 11(08) , 6543-6548.
- **Funde rburgh JL.(2000).** Keratan sulfate: structure, biosynthesis, and function. Glycobiology Vol. 10(10) , 951-8.
- **GENESTIE B., 2006.-** Optimisation de la production d'arabinoxyloligosaccharides d'intérêt biologique à partir de sons de céréales: roches méthodologiques. Thèse de doctorat, 'université de Limoges: 30-50.
- **Ghazi F et Sahraoui S. , 2005.** Evolution des composés phénolique et des caroténoïdes tateurs au cours de la maturation de deux variétés de datte communes Tantboucht et Hamraia , mémoire deingénieur en agronomie , El Harrach ., 29, 299-306.
- **Goodwin, R.D., Keyes, K.M., Stein, M.B et Talley, N.J. (2009).** Peptic ulcer and mental disorders among adults in the community: the role of nicotine and alcohol use disorders. US National Library of Medicine, 71 (4): 463-468

- **Gopinath V, Saravanan S, Al-Maleki AR, Ramesh M, Vadivelu J (2018).** A review of natural polysaccharides for drug delivery applications: special focus on cellulose, starch and glycogen. *Biomed Pharmacother.*(107), 96–108.
- **Gouzi** ,Evaluation de l'activité antiulcère del'extrait brutde *Ulmuscampestris* induit parHCl/Ethanol sur un modèle animal ' ' , Mémoire masterde l'université aberrahmen mira, bejaia, Algérie .
- **Guo H, Liu Y, Wang Y, Wu J, Yang X, Li R, Wang Y, Zhang , (2014).** pH-sensitive pullulan-based nanoparticle carrier for adriamycin to overcome drug-resistance of cancer cells. *CarbohydrPolym* , 111:908e17
- **Haddad Marianne , Salam Zein , Hawraa Shahrour, Kamar Hamadeh1 , Nadine Karaki ,Hussein Kanaan Asian (2017).** Antioxidant activity of water-soluble polysaccharide extracted from *Eucalyptus* cultivated in Lebanon *Pacific Journal of Tropical Biomedicine Asian Pac J Trop Biomed* Vol. 7(2), 157–160.
- **Hammoudi, S.S. (2010).** Chapitre 7 : l'estomac. In : Anatomie et appareil digestif. P 168.
- **Han J, Cai J, Borjihan W, Ganbold T, Rana TM, Baigude H.(2015).**Preparation of novel curdlan nanoparticles for intracellular siRNA delivery. *CarbohydrPolym* , 117:324e30.
- **Han, N., Wang, L., Song, Z., Lin, J., Ye, C., Liu, Z., & Yin, J. (2016).** Optimization and antioxidant activity of polysaccharides from *Plantago depressa*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 644–654. doi:10.1016/j.ijbiomac.2016.09.028.
- **Hansen, J. T et Koeppen, B. M (2011).** *Netter's Atlas of Human Physiology*. Elsevier, 2011, p. 269.
- **Hasnain MS, Nayak AK.(2018).** Alginate-inorganic composite particles as sustained drug delivery matrices. *Applications of nanocomposite materials in drug delivery, a volume in wood head publishing series in biomaterials*. Elsevier Inc.; 2018. p. 39e74.
- **Ibara, J.R., Ikourou, A. et Itoua-Ngaporo, A. (1993).** Les ulcers gastriques et duodenaux à brazzaville à propos de 728 cas.*Médecine d'Afrique Noire*,40: 7.
- **Ilhem Rjeibi a, Anouar Feriani a, Faiez Hentati b,c, Najla Hfaiedh a, Philippe Michaud c, Guillaume Pierre** Structural characterization of water-soluble polysaccharides from *Nitraria retusa* fruits and their antioxidant and hypolipidemic activities *International Journal of Biological Macromolecules* 129 (2019) 422–432.
- **Ilhem Rjeibi, Anouar Feriani, Anouar Ben Saad, Sana Ncib, Jazia Sdayria, Najla Hfaiedh, Mohamed Salah Allagui 2018** *Lycium europaeum* Linn as a source of

polysaccharide with in vitro antioxidant activities and in vivo anti-inflammatory and hepatonephroprotective potentials. Journal of Ethnopharmacology. doi: doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.036.

- **Imad HadiHameed , Maria Rosario Calixto Cotos, Mohammed Yahya Hadi, (2017).**A Review: Solanum nigrum L. Antimicrobial, Antioxidant properties, Hepatoprotective effects and Analysis of Bioactive Natural Compounds. Research J. Pharm. and Tech , Vol .10(11), 4063-4068.
- **IqraQayyum. (2020)** Solanumnigrum: A Medicinal Plant, Its Therapeutic and Biological Scope in Medical Sciences. Medicinal Chemistry, Vol. 10(3) . DOI: 10.37421/mccr.2020.10.545.
- **JabarZaman Khan Khattak, Zubair Anwar, SumiyaAftab, Muhammad Afzal,Mazhar Islam & Anwar Khan (2012).**Solenumnigrumas Potent Therapy: A Review . British Journal of Pharmacology and Toxicology ,Vol. 3(4) , 185-189 .
- **Jan E.G. van Dam, Lambertus A.M. van den Broek and Carmen G. Boeriu (2017).**
- **Jani Dilip K. , K. Saroja& Murthy A.R.V. (2012).**Pharmacognostic study of Kakamachi (solanumnigrum Linn) . Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation ,Vol. 1(4) , 42-48.
- **Jani GK, Shah DP, Jani VC.** Evaluating mucilage from Aloe barbadensis as a pharmaceutical excipient for sustained release matrix tablets. Pharmaceut Technol , Vol .31(11):90-8.
- **Jennifer M. Edmonds &James A. Chweya (1997) .** Black nightshade , Solanumnigrum L. and related species . International Plant Genetic Resources Institute, Ed. 1, Vol. 1(86) .
- **Jian-Hua Xie, Ming-Yong Xie *, Shao-Ping Nie, Ming-Yue Shen, Yuan-Xing Wang,** Chang Li Isolation, chemical composition and antioxidant activities of a water-soluble polysaccharide from Cyclocarya paliurus (Batal.) Iljinskaja Food Chemistry 119 (2010) 1626–1632
- **Kambiz Jahanbin , Ahmad Reza Gohari , Sohrab Moini c, Zahra Emam-Djomeh , Paolo Masi** Isolation, structural characterization and antioxidant activity of a new water-soluble polysaccharide from Acanthophyllum bracteatum roots . International Journal of Biological Macromolecules 49 (2011) 567–572
- **Karsha PV, Laxmi OB. ., 2010.** Antibacterial activity of black pepper with special reference to its mode of action on bacteria. Ind J Nat Prod Resour1(2): 2013-215.

- **Keirsse, J. (2003).** Spectroscopie infrarouge déportée: mise au point d'un biocapteur pour l'imagerie métabolique et la sécurité microbiologique. Thèse de doctorat, chimie, Université Rennes 1, 123P.
- **Keita, A. (2004).** Thèse de pharmacie : Etude de trios plantes utilisées dans le traitement traditionnel de l'ulcère gastrio-dudéal dans le District de Bamako : *Borassus aethiopum* Mart (Palmeae), *Sclerocarya bierrea* (A.Rich.) Hochst. (Anacardiaceae) et *Xinenia americana* L. (Olacaceae). Mali. 26-27P.
- **Kierszenbaum, A. (2006).** Histologie et Biologie Cellulaire. in: Une introduction à l'anatomie pathologique. 1ère édition. Paris. 416 p.
- **Krishnaiah YSR, Rama Rao T, Ushasree M, Satyanarayana S. (2001).** A study on the in vitro evaluation of guar gum as a carrier for oral controlled drug delivery. *Saudi Pharmaceut J* Vol. 9(2):91-8.
- **Kumar Ashwani, S. Sagwal, Niketa and S. Rani (2012).** An updated review on molecular genetics , photochemistry , pharmacology and physiology of black nightshade (*solanum nigrum*) . *International Journal Of Pharmacological Science and Research* , Vol 3(9) , 2956-2977.
- **L J. BASSETT and D. B. MUNRO (1984).** THE BIOLOGY OF CANADIAN WEEDS. 67. *Solanum ptycanthum* Dun., *S. nigrum* L. and *S. sarrachoides* Sendt.
- **Lacour, B. et Belon, J.P. (2015).** Physiologie. Edition Elsevier Masson, France ISBN : 978-2-294-74287-3.
- **Lamarque, D. (2004).** Physiopathologie des lésions gastroduodénales induites par les anti-inflammatoires non stéroïdiens, *Gastroentérologie Clinique et Biologique*, 28: 1826.
- **Leila Soua, Mohamed Koubaa, Francisco J. Barba, , Jawhar Fakhfakh, HanenKolsi Ghamgui, and Semia Ellouz Chaaboun 2020.** Water-Soluble Polysaccharides from *Ephedra alata* Stems: Structural Characterization, Functional Properties, and Antioxidant Activity. doi:10.3390/molecules25092210 .
- **Lexa G. Matasyoh, Simone Abel, Holger Budahn, Evelyn Klocke (2015).** *International Journal of Agricultural Science and Technology*, Vol. 3. doi:10.12783/ijast.2015.0301.02
- **Li Liang , Le Ao , Tao Ma , Yuanying Ni , Xiaojun Liao , Xiaosong Hu , Yi Song** Sulfated modification and anticoagulant activity of pumpkin (*Cucurbita pepo*, Lady Godiva) polysaccharide *International Journal of Biological Macromolecules* xxx (2017) xxx–xxx . doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.035

- **Li Q, Feng T, Zhang T.(2007).** Antitumor activity of crude polysaccharides isolated from *Solanum nigrum* Linn on U14 cervical carcinoma bearing mice. *Phytother Res Sci.* Vol .21(9), 832-840.
- **Lou,L., Fang, Y., Jing, Z., Chun Shui, P., Li, C., Yong Fen, Q.,-Ya, K., Xian, W. et al. (2006).**Endoplasmic reticulum stress response is involved in the pathogenesis of stress induced gastric lesions in rats.*Life Sciences*,79: 1856-1864.
- **Ma, H. T. Hieh, J. F. & Chen S. T. (2015)** Anthdiabetic effects of *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry*, 114, 109-113.
- **Mohamed Koubaa, H, Hussein A.(2012).** Effect of some medicinal plant extracts on the oxidative stress status in Alzheimer's disease induced Water-soluble polysaccharides from *Opuntia stricta* Haw. fruit peels: recovery, identification and evaluation of their antioxidant activities. *Int. Agrophys.*, 2015
- **Mahady K, Shaker O, Wafay H, Nassar Y, Hassan** in rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* Vol. 16(3), 31-42
- **Malakar J, Dutta P, Purokayastha SD, Dey S, Nayak AK. (2014).** Floating capsules containing alginate-based beads of salbutamol sulfate: in vitro-in vivo evaluations. *Int J Biol Macromol* Vol. 64,181-9.
- **Marieb N. E. (1999).** Anatomie et physiologie humaines. Paris : édition de Boeck. P 862-886.
- **Marieb, E. (2014).** Anatomie et physiologie humaines: France, Pearson Education. 9^{ème} édition. P 1504.
- **Marieb, E.N et Hoehn, K. (2010).** Anatomie et physiologie humaines. Québec : Pearson, 8^{ème} édition. P 985.
- **Marieb, E.N. (2008).** Biologie humaine : principes d'anatomie et de physiologie. Paris : éditions du Renouveau pédagogique. P : 500-506
- **Martins, J.L.R., Rodrigues, O.R.L., Silva, D.M., Galdino, P.M., De Paula, J.R. et al. (2014).** Mechanisms involved in the gastroprotective activity of *Celtis iguanaea* (Jacq). Sargent on gastric lesions in mice.*Journal of Ethnopharmacology*,155: 1616 -1624p
- **MILANI J. M., EMAM-DJOMEH Z., REZAEI K., SAFARI M., GANBARZADEH B. et GUNASEKARAN S., 2007.-** Extraction and Physicochemical Properties of Barijeh(*Ferula galbaniflua*) Gum. *International Journal of Agriculture and Biology*: 80–83
- **Mohamed Koubaa, Ameni Ktata, Francisco J. Barba, Nabil Grimi, Houcine Mhemdi, Fatma Bouaziz, Dorra Driss, and Semia Ellouz Chaabouni .**Water-soluble

polysaccharides from *Opuntia stricta* Haw. fruit peels: recovery, identification and evaluation of their antioxidant activities . *Int. Agrophys.*, 2015, 29, 299-306. doi: 10.1515/intag-2015-0035.

- **Mohammad Abu Bin Nyeem, AKM Mamun Ur Rashid, MeherNowrose&Md. Abu Hossain (2017).** Solanumnigrum (Maku): A review of pharmacological activities and clinical effects . *International Journal of Applied Research* ,Vol. 3(1), 12-17.
- **Mohshamiana taS, Boddohia S, Hosseinkhani S.** Preparation and optimization of self-assembled chondroitin sulfate-nisinnanogel based on quality by design concept. *International Journal of Biological Macromolecules*.
- **Morsy, M., Heeba, G., Abdelwahab, S. etRofaeil, R. (2012).** Protective effects of nebivolol against cold restraint stress-induced gastric ulcer in rats: Role of NO, HO-1, and COX-1,2. *NitricOxide*,27: 117-122.
- **Nayak AK, Das B, Maji R. 2012.** Calcium alginate/gum Arabic beads containing glibenclamide: development and in vitro characterization. *Int J BiolMacromol* .Vol 51, 1070-8.
- **Nayak AK, Hasnain MS.** Locust bean gum based multiple units for oral drug delivery. . *Plant polysaccharides-based multiple-unit systems for oral drug delivery*. Singapore: Springer, p. 61-66.
- **Nayak AK, Pal D, Santra K.** Ispaghulamucilage-gellanmucoadhesive beads of metformin HCl: development by response surface methodology. *CarbohydrPolym* 2014;107:41e50.
- **Nayak AK, Pal D. (2017).** Tamarind seed polysaccharide: an emerging excipient for pharmaceutical use. *Indian. J. Pharm. Edu.* Vol. 51:S136e46.
- **Nayak AK, Pal D.** Sterculia gum-based hydrogels for drug delivery applications. In: Kalia S, editor. *Polymeric hydrogels as smart biomaterials*, springer series on polymer and composite materials. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 105-51.
- **Nayak, D. Pal, J. Malakar, (2013).** Development, optimization and evaluation of emulsion-gelled Floating beads using natural polysaccharide-blend for controlled drug release. *Polym. Eng.* Vol. 53, 338–350
- **Ndidi C. Ngwuluka University of Jos, Jos, NigeriaCopyright 2018 Elsevier Ltd.** All rightsreservedResponsive polymerbiomacromolecule conjugates for drug delivery
- **Pal D, Nayak AK.** Plant polysaccharides-blended ionotropically-gelled alginate multiple-unit systems for sustained drug release. In: Thakur VK, Thakur MK, Kessler

MR, editors. Handbook of composites from renewable materials, volume 6, polymeric composites. USA: WILEY-Scrivener; 2017. p. 399-400.

- **Paola Di Donato^{a,b}, Annarita Polia, Valentina Taurisano^{a,b} and Barbara Nicolaus** **2014**. Polysaccharides: Applications in Biology and Biotechnology/2 Polysaccharides from Bioagro-Waste New Biomolecules-Life DOI 10.1007/978-3-319-03751-6_16-1.
- **Paulkumar K, Gnanajobitha G, Vanaja M, Rajeshkumar S, Malarkodi C, Pandian K, Annadurai G. 2014**. Piper nigrum leaf and stem assisted green synthesis of silver nanoparticles and evaluation of its antibacterial activity against agricultural plant pathogens. *Scient World J.* 829894.
- **Potawale S.E. , Sinha S.D , Shroff K.K. , Dhalawat H.J. , Boraste S.S. , Gandhi S.P. , Tondare A.D. (2008) .** SolanumNigrumLinn: A Phytopharmacological Review . *Pharmacologyonline*, Vol 3, 140-163 .
- **Rainer W. Bussmann, Narel Y. Paniagua-Zambrana, and Grace N. 2020 .**Njoroge Solanum aculeastrum Dunal Solanum anguivi Lam.Solanum incanum L.Solanum nigrum L.SOLANACEAE . *Ethnobotany of Mountain Regions*, doi.org/10.1007/978-3-319-77086-4_146-1.
- **Rajalekshmy, G.P., Lekshmi Devi, L., Jasmin Joseph, Rekha, M.R. (2019).** An overview on the potential biomedical applications of polysaccharides. doi.org/10.1016/B978-0-08-102555-0.00002-9.
- **Rajani Chauhan , Km.Ruby¹ , Aastha Shori , Jaya Dwivedi (2012) .** Solanumnigrum with dynamic therapeutic role : a review . *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* , Vol. 15(1) , 65-71.
- **Ramya Jain , Anjali Sharma , Sanjay Gupta, Indira P. Sarethy, & Reema Gabrani (2011).** Solanumnigrum: Current Perspectives on Therapeutic Properties . *Alternative Medicine Review* , Volume 16, Number 1 .
- **Ran Li, Hongmei Shang , Hongxin Wu & Zewei Sun, 2019.** polysaccharides from *Trifolium repens* L. extracted by different methods and extraction condition optimization *Scientific RepoRts* . 9:6353 . doi.org/10.1038/s41598-019-42877-5
- **Ran Li, Hong-Mei Shang, Hai-Zhu Zhou, , Meng-Ying Duan¹, Hong-Xin Wu, YuJie Lou.** Extraction optimization and influences of drying methods on antioxidant activities of polysaccharide from cup plant (*Silphium perfoliatum* L.) *PLoS ONE* 12(8): e0183001. <https://doi.org/10.1371/journal>

- **Ray S, Sinha P, Laha B, Maiti S, Bhattacharyya UK, Nayak AK.** Polysorbate 80 coated crosslinked chitosan nanoparticles of ropinirole hydrochloride for brain targeting. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 2018;48:21-9.
- review of *Solanum nigrum*. *World Journal of Pharmaceutical and Life Science*, Vol. 5(2) , 109-112.
- **Roberta Cassano, Silvia Mellace, Sonia Trombino University of Calabria, Cosenza, Italy 2018** Elsevier Ltd. All rights reserved Polysaccharide nanoparticles for cancer drug targeting Yuefei Zhu, Yiyang Liu, Kai Jin, Zhiqing Pang © 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.
- **Rubinovitz C, Gutnick DL, Rosenberg E.** Emulsion production by *Acinetobacter calcoaceticus* in the presence of chloramphenicol. *J Bacteriol* 1982;152(1):126-32.
- **RUIZ G., 2005.-** Extraction, détermination structurale et valorisation chimique de phyco colloïdes d'algues rouges. Thèse de doctorat, 'université de Limoges, 230p.
- **Ruizhan Chen , Zhiqiang Liu , Jimin Zhao c, Ruiping Chen a, Fanlei Meng , Min Zhang , Wencheng Ge** Antioxidant and immunobiological activity of water-soluble polysaccharide fractions purified from *Acanthopanax senticosu*. *Food Chemistry* 127 (2011) 434–440
- **S M Mozammil Hasnain, Md Saquib Hasnain, Amit Kumar Nayak (2019).** Natural polysaccharides: sources and extraction methodologies . doi.org/10.1016/B978-0-12-817055-7.00001-7.
- **SÁENZ C., SEPÚLVEDA E ., MATSUHIRO E.(2004)-** *Opuntia* spp. Mucilages : A functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environment* .,(57) .275 -290 p.
- **Samee Ullah 1,2 , Anees Ahmed Khalil 2 , Faryal Shaukat 1 and Yuanda Song** Sources, Extraction and Biomedical Properties of Polysaccharides 1,*Received: 16 July 2019; Accepted: 28 July 2019; Published: 1 August 2019
- **Sango R(2006) .** le rôle de plantes médicinales en médecine traditionnelle . Université Bamako (Mali) : 53
- **Sepide Miraj (2016) .** *Solanum nigrum*: A review study with anti-cancer and antitumor perspective . *Der PharmaChemica*, 8(17) , 62-68 .
- **Sereme A, Millago - Rasolodimby . J , Guinko S , Nacro M (2008) .** Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du Burkina Faso . pharmacopée et médecine traditionnelle , Africaines , 15 :41 -49 p .

- **Shenzhu Lin , Majida AL-Wraikat , Linru Niu , Fa Zhou , Yanyan Zhang , Mengze Wang , Jie Ren, Junfeng Fan , Bolin Zhang , Liying Wang. 2019** Degradation enhances the anticoagulant and antiplatelet activities of polysaccharides from *Lycium barbarum* L. leaves . International Journal of Biological Macromolecules Vol. 133 , 674–682
- **Shenzhu Lin , Majida AL-Wraikat , Linru Niu , Fa Zhou , Yanyan Zhan Mengze Wang , Jie Ren , Junfeng Fan , Bolin Zhang /, Liying Wang 2019.** Degradation enhances the anticoagulant and antiplatelet activities of polysaccharides from *Lycium barbarum* L. leaves International Journal of Biological Macromolecules Vol.133, 674–682.
- **Muhamad II, Lazim NAM, Selvakumaran S (2019)** .Natural polysaccharide-based composites for drug delivery and biomedical applications. Elsevier, Amsterdam.
- **.Sherwood, L. (2015).** Physiologie humaine, Bruxelles : Edition De Boeck supérieur, 455 p.
- **Shiledar RR, Tagalpallewar AA, Kokare CR.** Formulation and in vitro evaluation of xanthan gum-based bilayered mucoadhesive buccal patches of zolmitriptan. Carbohydr Polym 2014;101:1234-42.
- **Shuang Song , Linlin Wang , Lilong Wang , Qi Yu , Chunqing Ai , Yinghuan Fu , Chunhong Yan , Chengrong Wen , Zhenjun Zhu, 2019.** Structural characterization and anticoagulant activity of two polysaccharides from *Patinopecten yessoensis* viscera International Journal of Biological Macromolecules 136. 579–585
- **Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R.M. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, Vol. 299, 152-178.
- **Sobhani, I (2006).** « Ulcère gastrique et duodéal. Gastrite», La revue du praticien, n°56, p. 795-801.
- **Soheil Boddohi and Matt J. Kipper(2010).** Engineering Nanoassemblies of Polysaccharides WILEY-VCH , (22), 2998–3016. DOI: 10.1002/adma.200903790
- **Steve W.Cu, (2005).** Understanding Carbohydrate Analysis Article DOI:10.1201/9780203485286.ch2
- **T.K.Lim(2013).** Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Vol (6) , 395-412 .
- **T.S. Mohamed Saleem, C. Madhusudhana Chetty, S. Ramkanth, M. Alagusundaram, K. Gnanaprakash, V.S. Thiruvengada Rajan, S.**

- Angalapameswari (2009)** . Solanumnigrum Linn. – A Review. Phcog Rev. Vol, 3 (6) , 342-345.
- **Tang, L, Chen, Y. C, Jiang, Z. B., Zhong, S. P., Chen, W. Z, Zheng, F. C., et al. (2017).** Purification, partial characterization and bioactivity of sulfatedpolysaccharidesfromGrateloupialivida. International Journal of BiologicalMacromolecules, 94, 642-652.
 - **Tondare A.D. (2008)** . SolanumNigrumLinn: A Phytopharmacological Review . Pharmacologyonline, Vol 3, 140-163 .
 - **Trowbridge JM, Gallo RL. Dermatan sulfate:** new functions from an old glycosaminoglycan. Glycobiology 2002;12(9):117R. 25R
 - **Wallace, J.L. (2005).** Recent advances in gastric ulcers therapeutics. Current Opinion in Pharmacology, 5: 573–577
 - **WANG, S., ZHU, F. (2019).** Chemical composition and health effects of maca(Lepidium meyenii).Food chemistry,288, 422-443.
 - **Waugh, A et Grant, A. (2011).** Chapitre 12 : système digestif. In : Ross et Wilson ANATOMIE et PHYSIOLOGIE normales et pathologiques. Paris : Elsevier Masson. 11 eme édition. P 308- 310.
 - **Wentao Xu a,b,, Fangfang Zhang a,, YunBo Luo a,b, Liyan Ma a, Xiaohong Kou a, Kunlun Huang** Antioxidant activity of a water-soluble polysaccharide purified from Pteridium aquilinum Carbohydrate Research 344 (2009) 217–222
 - **Xia Ding , Fangshi Zhu , Siguo Gao 2012** Purification, antitumour and immunomodulatory activity of water-extractable and alkali-extractable polysaccharides from Solanum nigrum L. Food Chemistry 131 (2012) 677–684
 - **Yerukali Sudha Rani, V. Jayasankar Reddy, Shaik Jilani Basha, Mallapu Koshma, G. Hanumanthu and P. Swaroopam 2017.** A REVIEW ON SOLANUM NIGRUM. WORLD JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES. Volume 6, Issue 12, 293-303.
 - **YOUMBAI . A .2015.** Contribution à l'étude des polysaccharides hydrosolubles de quelques plantes de la famille des Apiaceae récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Algérien) . mémoire de magister(ouargla) .65p
 - **Young-Sik Kim , Hyo Jin Park , Hocheol Kim ,Jungbin Song , and Donghun Lee 2019.** Gastroprotective Effects of Paeonia Extract Mixture HT074 against Experimental Gastric Ulcers in Rats . Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine . doi.org/10.1155/2019/3546258.

- **Yu, Y., Shen, M., Wang, Z., Wang, Y., Xie, M., & Xie, J. (2017).** Sulfated polysaccharide from *Cyclocarya paliurus* enhances the Immunomodulatory activity of macrophages *Carbohydrate Polymers*, 174, 669-676.
- **Yue Y, Shen M, Song Q, Xie J (2018).** Biological activities and pharmaceutical applications of polysaccharide from natural resources: a review. *Carbohydr Polym* Vol. (183), 91–101.
- **Z. Boual • T. Chouana • A. Kemassi • A. Hamid Oudjana • M. Daddi Bouhoun • P. Michaud • M.D. Ould El Hadj (2015).** Étude physicochimique et biologique des polysaccharides hydrosolubles de *Plantagonotata Lagasca* (Plantaginaceae). DOI 10.1007/s10298-015-0985-4.
- **ZHANG A., SHEN Y., CEN M., HONG X., SHAO Q., CHEN Y and ZHENG, B., 2019-** Polysaccharide and crocin contents, and antioxidant activity of saffron from different origins. *Industrial Crops and Products*. Vol. 133:111–117.
- **ZHANG Y., ZHANG J., MO X., LU X., ZHANG Y. and QIN L., 2010.-** Modification, characterization and structure–anticoagulant activity relationships of persimmon polysaccharides. *Carbohydrate Polymers*, vol. 82: 515–520
- **Zineb MEHELLOU1*, Zakaria BOUAL1, Soumia BENAGGA1, Nabila DADDI ADDOUN1, Philippe MICHAUD2, Mohamed Didi OULD EL HADJ. 2017** ETUDE DES POLYSACCHARIDES HYDROSOLUBLES ET ALCALISOLUBLES EXTRAITS DES DATTES DEMIES MOLLES DE LA VARIETE DEGLET NOUR DE *Phoenix dactylifera* L. RECOLTE AU SAHARA SEPTENTRIONAL EST ALGERIEN . Séminaire International.
- **Zong A., Cao H., Wang, F. (2012).** Anticancer polysaccharides from natural resources: A review of recent research. *Carbohydrate Polymers*, 90, 1395–1410.

Annexes

Annexe 01.

Séchage et Broyage de *Solanumnigrum*

Le séchage de la plante se fait dans l'étuve à température 60 pendant 48 heure puis les fruits ont été broyées pour obtenir une poudre fine, qui a servi pour la préparation des extraits .

***Fruits matures******Séchage à l'étuve à température 60°C******30 g de broyat sec*****Préparation de la poudre fine de fruits de *Solanum nigrum***

Annex

La courbe d'étalonnage d'oses totaux et oses neutres, est obtenue à partir une solution de glucose (0,1 g/l – 1g/l) (DUBOIS, 1956).

Tableau 09.- Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses totaux, d'oses neutres.

Concentration (g/l)	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	Blanc
Glc Solution mère 0,1 (ml)	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	0
Eau distillé (ml)	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0	1

Mode opératoire

- **Oses totaux**

Dans des tubes en verres placer un mélange de 200µl d'échantillon et 200µl de phénol 5%. Après homogénéisation, 1ml d'acide sulfurique H₂SO₄ (96%), est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Les tubes sont ensuite incubés à 100°C pendant 5 mn, puis ils sont laissés 30 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 492 nm (BRUDIEUX, 2007; RUIZ, 2005; GENESTIE, 2006).

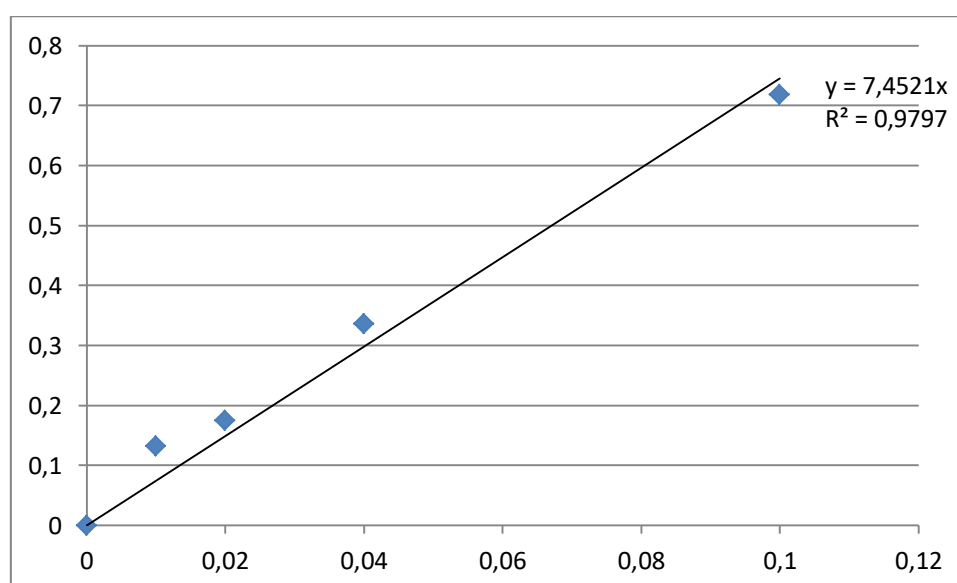


Figure 23.- Courbe d'étalonnage des oses totaux (glucose)

- **Oses neutres**

Dans des tubes en verres et à l'aide d'une micropipette, 200 µL de l'échantillon sont mélangés avec 200 µL de résorcinol et 1ml d'acide sulfurique (96%). Les tubes sont agités et mis pour chauffer à 90°C dans un bain Marie pendant 30mn et ensuite placés dans un bain de glace pendant 30mn à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 480nm (MONSIGNY *et al.*, 1988).

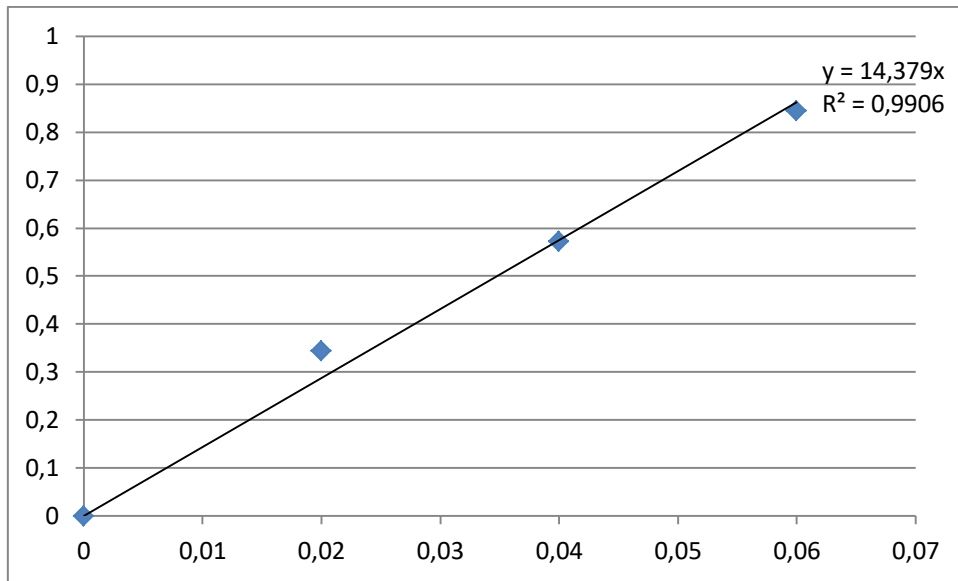


Figure 24.- Courbe d'étalonnage des oses neutres (glucose)

Annexe 03

La courbe d'étalonnage des protéines par la méthode de BRADFORD (1976), est obtenue à partir une solution de sérum albumine bovine (SAB) à différentes concentrations de 0.1g/l – 0.01g/l.

Tableau 10.- Préparation de la courbe d'étalonnage des protéines.

Concentration (g/l)	0,1	0,2	0,5	0,8	1	Blanc
SAB Solution mère 0,01% (ml)	0,1	0,2	0,5	0,8	0	0
Eau distillé (ml)	0,9	0,8	0,5	0,2	1	1

- **Mode opératoire**

Dans des tubes en verre, propre et sec il est additionné un volume 400ul de solution à doser, puis 2ml de réactif de Coomassie. Le mélange est homogénéisé pendant 30 secondes. Après 2 mn de réaction, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde 595nm. La coloration est stable pendant une heure (BRADFORD, 1976).

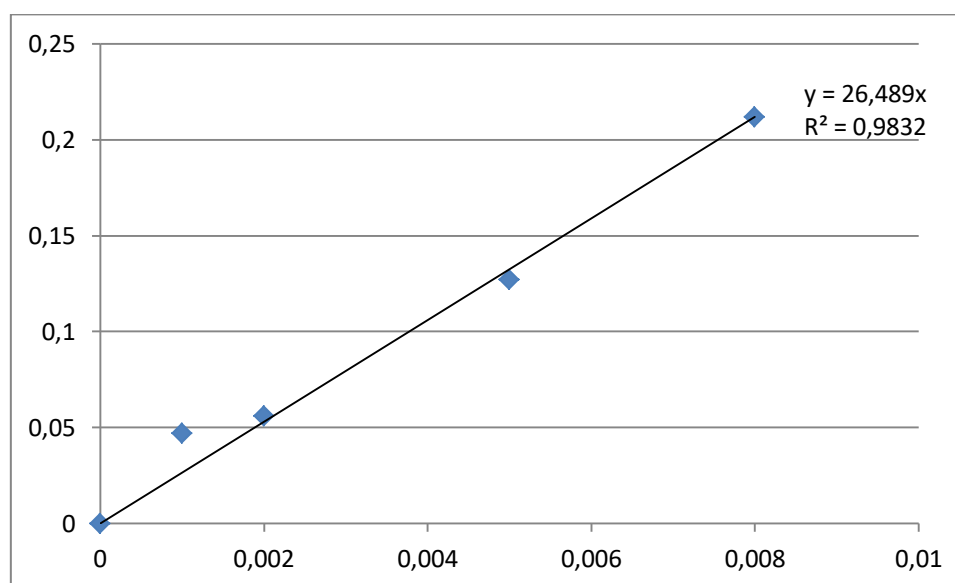


Figure 25.-Courbe d'étalonnage des protéines (BSA) la méthode de BRADFORD

Annexe4

Dosage des composés phénoliques totaux

La courbe d'étalonnage des composés phénoliques, est obtenue à partir d'acide gallique à différentes concentrations de 0.1mg/ml – 1mg/ml.

Tableau 11.- Préparation de la courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante .

Concentration (mg/ml)	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	1
Acide gallique(ml)	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	4
Eau distillé (ml)	0,95	0,9	0,75	0,5	0,25	4

- **Mode opératoire**

A 40µL de l'extrait, sont mélangés à 1160µL d'eau distillé et 200µL du réactif Folin. Le milieu est ensuite mélangé et incubé 03 min à température ambiante avant d'y ajouter 600µL d'une solution de carbonate de sodium à 20 % .le mélange incube ensuite 2h à l'obscurité avant de lire l'absorbance à 750nm .Une gamme d'étalonnage qui consiste à lire les absorbances des différentes concentrations d'acide gallique a été préparée comme standard.

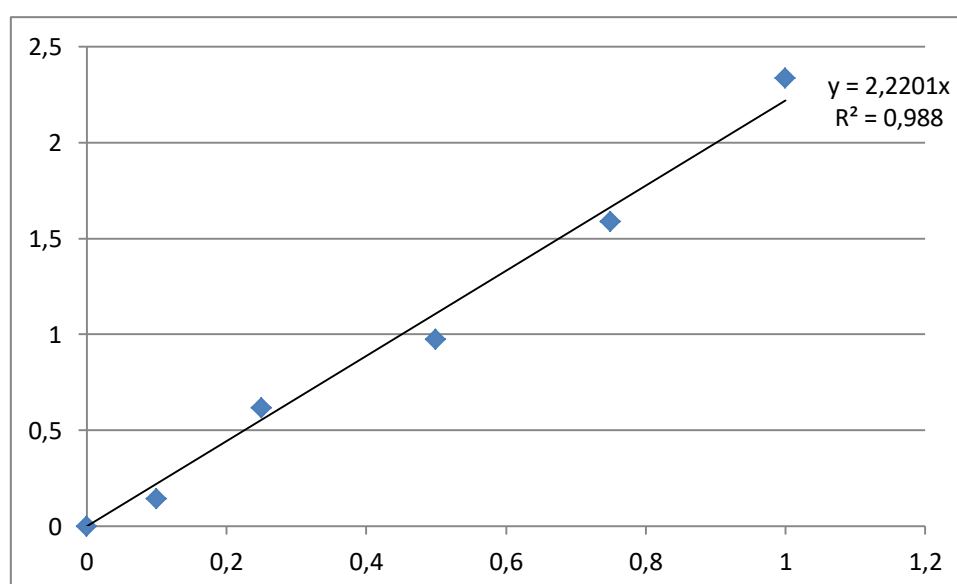


Figure 24.- Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux (acide gallique)

Annexe 05.

La courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante est obtenue à partir d'une solution BHA à différentes concentrations (0,01 mg/ml à 0,1 mg/ml).

Tableau 12.- Préparation de la courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante.

Concentration (mg/ml)	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1
BHA 0,01% (ml)	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Eau distillé (ml)	1,8	1,6	1,2	0,8	0,4	0

- **Mode opératoire**

570 microlitres de chaque échantillon ou de l'étalon, sont placés dans des tubes en verre avec 750 µl de réactif DPPH. Le mélange est agité et incubé à l'obscurité pendant 30 mn. L'absorbance est lue à 515nm. Une courbe d'étalonnage est préparée à l'aide de BHA (HADDAD *et al.*, 2017). Une gamme étalons est préparée par le BHA à différentes concentrations allant de 0,01mg/ml à 0,1mg/ml.

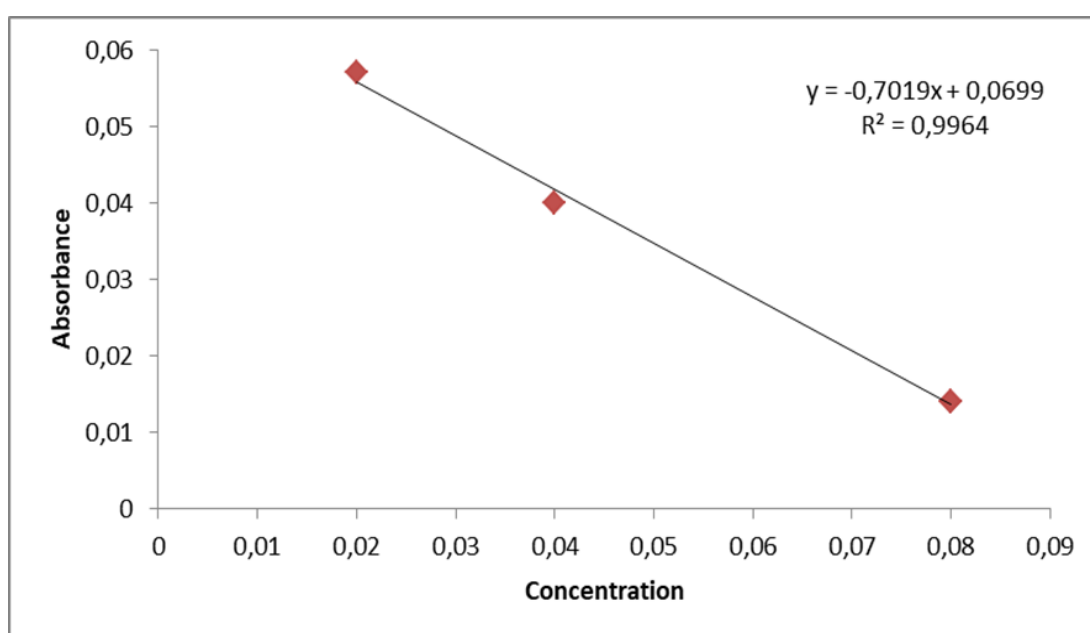


Figure 26.-Courbe d'étalonnage pour le test de DPPH et BHA

Annexe 06.



Figure 27.-Les rats avant le sacrifice

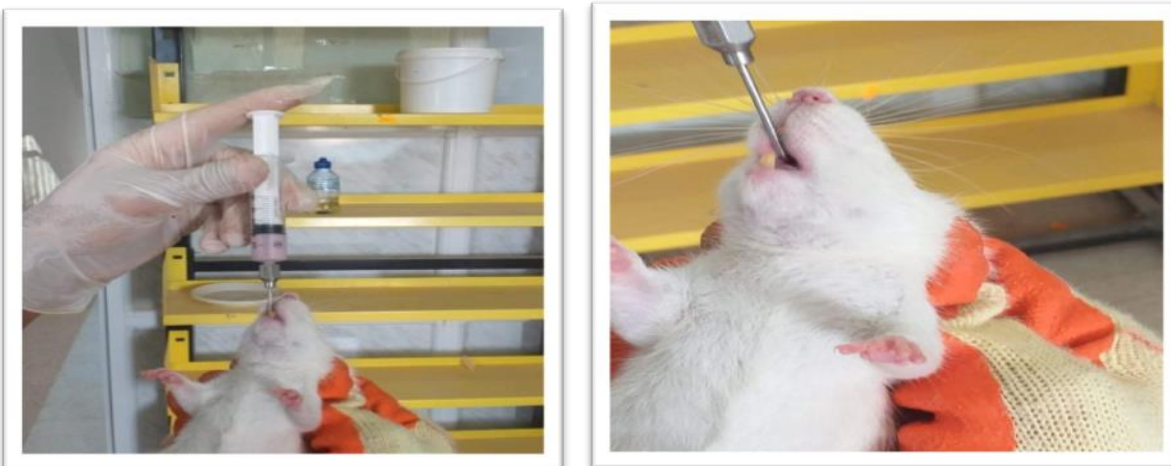


Figure 28.- Gavage des souris avec différents traitements (photographie originale).

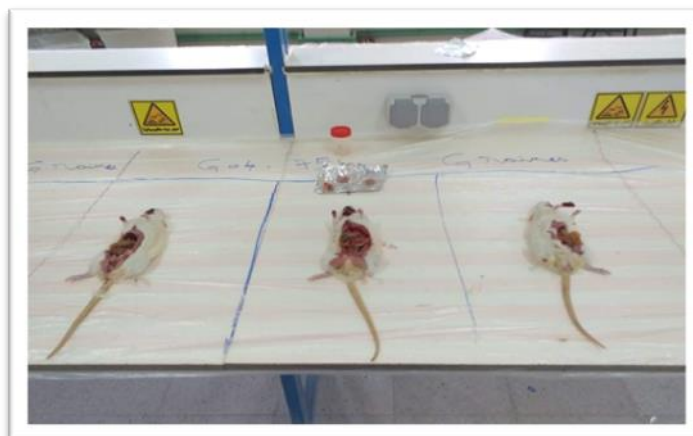


Figure 29.- Les rats sacrifiés