



**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**Université des Frères Mentouri Constantine**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire**

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

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Intitulé :**

## **Extraction des lectines à partir d'*Helianthus tuberosus* avec des tests biologiques**

**Présenté et soutenu par :**

- ❖ MAIZI Randa
- ❖ BENGUERRA Manel

**Jury d'évaluation :**

<b>Présidente du jury : BAHLA</b>	<b>(MCA - UFM Constantine)</b>
<b>Rapporteur : NECIB.Y</b>	<b>(Pr- UFM Constantine)</b>
<b>Examinatrice : DJEMAI ZOUGHLACHE. S</b>	<b>(MAA- UFM Constantine)</b>

**Année universitaire**

**2019 /2020**

## ***REMERCIEMENT***

*Nous remercions tout d'abord à ALLAH tout puissant et miséricordieux pour nous avoir donné la volonté, la patience et le courage nécessaire pour mener ce modeste travail à bout.*

*Nos remerciments les plus sincères s'adressent à notre encadreur **Monsieur NECIB.Y** professeure au département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire à Université des Frères Mentouri Constantine. Pour avoir dirigé ce travail pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils judicieux tout au long de la réalisation de ce travail.*

*C'est avec un grand plaisir nous remercions **Madame BAHIA** maitre de conférences à Université des Frères Mentouri Constantine pour l'honneur qu'elle nous fait en président le jury de ce mémoire.*

*Nous tenons également à remercier **Madame DJEMAI ZOUGHLACHE.S** maitre-assistante à Université des Frères Mentouri Constantine, pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Enfin, nous sommes profondément reconnaissantes à toute personne qui nous a aidé de près ou de loin, directement ou indirectement durant ce passage.*

# **DÉDICACE**

*Du profond de mon cœur, à tous ceux qui me sont chers :*

## **A MES CHERS PARENTS**

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tous la tendresse et l'amour que vous me portez depuis mon enfance, merci pour votre soutien, patience, encouragement et tout ce que vous avez fait pour que je puisse arriver à ce stade. J'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit le fruit de vos innombrables sacrifices, puisse dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie.*

## **A MES CHERS FRÈRES ET MA SŒUR**

*Merci beaucoup mes chers : Abd ennour, Tamer, Haithem et Khaoula pour le soutien moral et l'encouragements que vous m'avez accordé, que ce travail soit l'expression de ma profonde affection.*

*Je vous souhaite tout le bonheur que vous méritez.*

## **A MON MARI NADER**

*Merci énormément pour ton soutien plus ce que précieux, merci pour ton grand cœur.ma vie ne serait pas aussi magique sans ta présence et ton amour.*

## **A MON CHER BINÔME MANEL**

*Au nom de l'amitié qui nous réunit, et au nom de nos souvenirs inoubliables*

*A toute ma famille, à mes enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude et à mes amis de ma promotion.*

**RANDA**

# ***DÉDICACE***

*Je dédie ce modeste travail à :*

## ***MON TRÈS CHER PÈRE***

*Pour tous ce qu'il a fait pour moi durant toutes mes années d'étude,  
pour ses encouragements et ses orientations.*

## ***MA TRÈS CHÈRE MÈRE***

*Pour son sacrifice, son aide, ses conseils et sa patience.*

## ***MES TRÈS CHERS FRÈRES ET SŒURS***

*« marwa, oumnia, meriem, seif eddine ».*

## ***À TOUTE LA FAMILLE***

*Merci pour vos conseils, votre soutien, vos encouragements et surtout  
vos bénédictions et votre amour.*

## ***MON CHER BINÔME RANDA***

*Avec qui j'ai partagé mes bons moments, sans oublier sa famille.*

## ***MES ENSEIGNANTS***

*Qui m'ont suivi tout au long de mon cursus universitaire.*

*A tous mes collègues de la promotion 2020 biochimie appliquée.*

***MANEL***

**Résumé :**

Les lectines sont des protéines de liaison d'hydrate de carbone de nature non-immunoglobuline. Ces protéines agglutinent des érythrocytes et glycoconjugués sans modifier la structure covalente de ligands glycosyl reconnus ; et elles sont omniprésents dans la nature.

Nos études ont été entreprise avec un objectif de déterminer la présence des lectines dans les tubercules de l'*Helianthus tuberosus* par le test d'hémagglutination et leur étude biologique.

L'extraction a été faite par broyage et macération dans une solution tampon (PBS).

L'activité hémagglutinante de l'*Helianthus tuberosus* a été de 1 : 3 (8).

Un test d'inhibition avec différents saccharides et glycoprotéine a montré que les lectines d'*Helianthus tuberosus* n'ont pas été inhibées par le : glucose, galactose, mannose, maltose et le BSA.

**Mots clés :** Lectines, Extraction, Activité hémagglutinante, Saccharide, Glycoprotéine Inhibition.

## **Abstract**

Lectins are carbohydrate binding proteins of a non-immunoglobulin nature. These proteins agglutinate erythrocytes and glycoconjugates without modifying the covalent structure of recognized glycosyl ligands; and they are ubiquitous in nature.

Our studies were undertaken with the objective of determining the presence of lectins in the tubers of *Helianthus tuberosus* by the haemagglutination test and their biological study.

The extraction was done by grinding and maceration in a buffer solution (PBS).

The hemagglutinating activity of *Helianthus tuberosus* was 1: 3 (8).

An inhibition test with different saccharides and glycoprotein showed that *Helianthus tuberosus* lectins were not inhibited by: glucose, galactose, mannose, maltose and BSA.

**Keywords:** Lectins, Extraction, Hemagglutinating activity, Saccharide, Glycoprotein Inhibition.

## ملخص :

الليكتينات هي بروتينات مرتبطة بالكربوهيدرات ذات طبيعة غير غلوبولين مناعي. تتراكم هذه البروتينات على كريات الدم الحمراء وتجمعات الجليكوكونات دون تعديل البنية التساهمية لروابط الجليكوزيل المعترف بها؛ وهي موجودة في كل مكان في الطبيعة.

أجريت دراساتنا بهدف تحديد وجود الليكتينات في درنات *Helianthus tuberosus* عن طريق اختبار التراص الدموي ودراستها البيولوجية.

تم الاستخلاص عن طريق التكسير والتعطين في محلول منظم (PBS).

كان نشاط التراص الدموي لـ *Helianthus tuberosus* 1:3 (8).

أظهر اختبار التثبيط باستخدام سكريات مختلفة وبروتين سكري أن الليكتينات *Helianthus tuberosus* لم يتم تثبيته بواسطة: الجلوكوز والجلالكتوز والمانوز والمالتوز وBSA.

**الكلمات المفتاحية:** الليكتينات، الاستخلاص، نشاط التراص الدموي، السكريد، تثبيط البروتين السكري

# *Liste des abréviations*



## *Liste des abréviations*

---

**Con A** : Concavoline A lectine

**CRD** : Carbohydrate Recognition Domain

**E. coli** : Escherichia coli

**EDTA** : Acide éthylènediaminetétraacétique

**ELLA**: Enzyme-linked lectin assay

**Fuc**: fucose

**Gal**: galactose

**GalNAc**: N-acétyl galactosamine

**GlcNAc** : N-acétyl glucosamine

**Glu** : Glucose

**HIV-1**: Human Immunodeficiency Virus 1

**Kcal**: kilo calories

**KDa**: kilo Dalton

**MALDI**: Matrix-assisted laser desorption/ionization

**Man** : Mannose

**NeuAc**: Acide N-acétylneuraminique

**PBS** : phosphate buffered saline

# *Liste des tableaux*

## *Liste des tableaux*

---

**Tableau 1** : Historique de découverte des Lectines

**Tableau 2** : les lectines les plus connus

**Tableau 3** : caractéristique de la plante

**Tableau 4** : valeur nutritionnelle pour 100g de topinambour cru

**Tableau 5** : l'agglutination des hématies de lapin avec l'extrait d'*Helianthus tuberosus*

**Tableau 6** : l'activité hémagglutinante de l'extrait d'*Helianthus tuberosus*

**Tableau 7** : Le test d'inhibition des extraits bruts avec le glucose, galactose, mannose

# *Liste des figures*

## *Liste des figures*

---

**Figure 1 :** Représentation graphique d'un monomère de concanaviline A de *Canavalia ensiformis* en complexe avec le trimannoside (code PDB 1CVN).

**Figure 2 :** Représentation graphique d'un trimère d'hémagglutinine du virus Influenza en

**Figure3 :** représentation schématique d'exemple d'interaction lectines-glucides complexe avec l'acide sialique (code PDB 0HGF).

**Figure 4 :** *Helianthus tuberosus*

**Figure 5 :** tubercules de l'*Helianthus tuberosus*

**Figure 6 :** Tubercules de la plante coupés

**Figure 7 :** Le schéma d'extraction des lectines à partir de la poudre des tubercules de la plante.

**Photo 8 :** L'agglutination des hématies du lapin par l'extrait d'*Helianthus tuberosus*

**Figure 9 :** la limite d'hémagglutination d'*Helianthus tuberosus*.

**Figure 10 :** L'inhibition d'hémagglutination par les saccharides et glycoprotéine d'*Helianthus tuberosus*.

**Figure 11 :** la limite d'inhibition par les saccharides et glycoprotéine

# *Sommaire*

# Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

<b>Introduction :</b> .....	1
<b>I. Généralités sur les lectines :</b> .....	5
1. Définition : .....	5
2. Historique : .....	5
3. Structure des lectines : .....	8
3.1 Les lectines simples : .....	8
3.2 Les lectines en mosaïque : .....	9
3.3 Les assemblages macromoléculaires : .....	9
4. Les lectines les plus connus : .....	9
5. Les sites de liaisons des lectines : .....	10
6. Spécificité des lectines : .....	11
7. Activités Biologiques des lectines : .....	12
7.1 Activité agglutinante : .....	12
7.2 Liaison avec les sucres : .....	12
7.3 Activité mitogène : .....	12
7.4 Inhibition de la croissance : .....	12
7.5 Activité antivirale : .....	12
7.6 Activité antifongique : .....	13
7.7 Activité antibactérienne : .....	13
7.8 Activité cytotoxique : .....	14
8. Autres propriétés : .....	14
9. Utilisation des lectines : .....	14
9.1 Dans le domaine biomédical : .....	14
9.1.1 En immunologie : .....	14
9.1.2 En Hématologie : .....	14

9.1.3	En Cancérologie : .....	15
9.1.4	En Biologie cellulaire : .....	15
9.2	Dans le domaine agronomique : .....	15
10.	Distribution des lectines dans le monde vivant : .....	15
10.1	Lectines de vertébrés : .....	15
10.2	Lectines d'invertébrés : .....	16
10.3	Les lectines de microorganisme : .....	17
10.4	Lectines virales : .....	17
10.5	Lectines bactériennes : .....	17
10.6	Les lectines des champignons : .....	17
10.7	Les lectines présentes chez les plantes : .....	18
10.7.1	Les Mérolectines : .....	18
10.7.2	Les hololectines : .....	18
10.7.3	Les Chimérolectines : .....	18
<b>II.</b>	<b>Généralités sur la plante : .....</b>	<b>19</b>
1.	Petite histoire de <i>Helianthus tuberosus</i> : .....	20
2.	Classification scientifique : .....	20
3.	Description de la plante : .....	21
4.	Diversités de topinambour : .....	21
5.	Caractéristiques : <i>Helianthus tuberosus</i> .....	21
6.	Différences avec les aliments proches : .....	23
7.	Valeur nutritionnelle : .....	23
8.	Mot du nutritionniste : .....	23
9.	Les vertus santé du topinambour : .....	24
9.1	Allié minceur : .....	24
9.2	Santé intestinale : .....	24
9.3	Prévention du diabète : .....	24
9.4	Prévention du cancer : .....	25
9.5	Riche en minéraux et vitamines : .....	25
9.6	Protection du système nerveux : .....	25
9.7	Biodisponibilité des minéraux .....	25
10.	Effets secondaires : .....	26
<b>III.</b>	<b>Matériels et méthodes : .....</b>	<b>27</b>
<b>1.</b>	<b>Matériels : .....</b>	<b>28</b>
1.1	Matériel végétal : .....	28



1.1.1. Récolte de la plante.....	28
<b>2. Méthodes :</b> .....	28
2.1 Préparations de la plante :.....	28
2.2 L'extraction des lectines par la solution tampon :.....	29
2.2.1 Principe : .....	29
2.2.2 Technique :.....	29
2.3 Le test d'hémagglutination :.....	30
2.3.1 Technique d'hémagglutination.....	30
2.4 Le test de limite d'hémagglutination :.....	30
2.5 Le test d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides :.....	31
2.6 Le test de limite d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides :.....	31
<b>IV. Résultats</b> .....	32
1. Test d'hémagglutination : .....	33
2. Le test de limite d'hémagglutination : .....	33
3. Le test d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides et glycoprotéines : .....	34
<b>Discussion</b> .....	36
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	39
<b>Références bibliographique</b> .....	41
<b>Annexe</b> .....	52

# ***Introduction***

### *Introduction :*

Les lectines sont des protéines ou glycoprotéines d'origine non immune (c'est-à-dire que ne sont pas des anticorps) (**Hyun-Ju et al., 2020**), qui se lient de façon réversible aux hydrates de carbone en non-covalente et très spécifiques manière (**Ram singh et al.,2019**), elles ne possèdent aucune activité enzymatique sur les sucres sur lesquels elles se fixent. (**Kamoun et al., 2003**) ce sont des oligomères de protéines multivalentes, c'est-à-dire comportant plusieurs sites de liaison des saccharides. Cette structure polyvalente confère aux lectines l'aptitude d'agglutiner des cellules portant sur leur membrane externe des fractions saccharidiques appropriés. (**Goldstein, 1978; Pusztai et al. ,1983; Etzler, 1985 ; Kocourek, 1983 ; Liener et al. ,1986**).

Les lectines sont des molécules ubiquitaires, car elles se retrouvent dans toutes les classes d'organismes (**Sharon and Lis, 2004**). Elles agissent comme des molécules de défense dans les plantes en reconnaissant des organismes pathogènes.

Il a également été suggéré que la lectine est une substance défensive innée du système immunitaire des vertébrés et des invertébrés. En outre, les lectines sont liées à une variété d'autres processus biologiques tels que le développement des cellules, les interactions entre cellules, et les voies de signalisation. (**Hyun-Ju.H et al., 2020**).

Elles sont utilisées en biochimie comme support de chromatographie d'affinité pour la séparation de diverses glycoprotéines.

Les lectines sur lesquelles sont fixés artificiellement des enzymes ou des colorants sont également utilisées en histochimie pour reconnaître certaines glycoprotéines cellulaires. (**Kamoun et al., 2003**)

En raison des propriétés de liaison de lectines aux glucides et leur implication dans le système de défense et la réponse immunitaire des organismes, lectine a vu diverses applications dans la recherche biologique et pharmacologique Par exemple, les lectines fluorescentes, combinées à plusieurs autres techniques, ont été largement utilisés pour analyser les hydrates de carbone de surface des cellules ou organites. Dans la dernière décennie, les applications pharmacologiques de lectines ont été rapportés, y compris ceux avec anticancer (ou antitumorale) et les effets antiviraux. (**Hyun-Ju et al., 2020**).

## *Introduction*

---

L'objectif principal de notre travail est de chercher la présence des lectines extraite à partir d'*Helianthus tuberosus* avec tests biologiques. Cette plante n'a été jamais étudiée en Algérie sur l'extraction des lectines, raison pour laquelle nous avons fixé les objectifs suivants :

- ✓ Extraction des lectines à partir d'*Helianthus tuberosus* broyé dans un tampon de phosphate (PBS) suivi d'une centrifugation.
- ✓ Etude la présence des lectines par le test d'hémagglutination avec le sang des lapins.
- ✓ Test d'inhibition d'hémagglutination en présence de différents monosaccharides et de glycoprotéines d'une part et les globules rouges de l'être humain par le test ABO d'autre part.
- ✓ Purification par chromatographie sur colonne. (**Kamoun et al., 2003**)

***Etude  
Bibliographique***

***Chapitre 1 :***  
***Généralités sur les lectines***

## I. Généralité sur les lectines :

### 1. Définition :

Les lectines sont des protéines ou des glycoprotéines qui ont été signalés à partir de plantes, d'animaux ou microbes (**Ram singh et al.,2019**) non synthétisées par un système immunitaire et dépourvues d'activité enzymatique (**Goldstein et al.,1980**). Elles sont capables de fixer de manière réversible un sucre simple ou sous forme d'oligosaccharide sans les modifier (**Ram singh et al.,2019**). Les interactions sucre-lectine se produisent en général via des liaisons hydrogène, des contacts hydrophobes ou par l'intermédiaire de cations (**Kocourek and Horejsi, 1981**)

Elles sont douées de propriétés agglutinantes sur certaines cellules dont les érythrocytes (globules rouges du sang) par la reconnaissance des chaînes glucidiques spécifiques à la surface des cellules, appelées aussi agglutinines ou hémagglutinines (**Hwang et al.,2020**).

Certaines lectines possèdent deux ou plusieurs sites de fixation. On peut classer les lectines en trois catégories selon la nature de leur domaine de reconnaissance glucidique :

- Type P : reconnaissant le mannose 6-phosphate
- Type S : reconnaissant beta -galactosides
- Type C : reconnaissant divers sucres par une liaison impliquant le Ca<sup>2+</sup>

De nombreuses lectines sont utilisées comme outils biotechnologiques dans des études de glycoprotéomique, dans la reconnaissance des tumeurs, et comme des molécules ayant une activité anti-HIV. Plusieurs lectines sont déjà commercialisées en tant que produits qui réduisent la charge virale des patients infecté par l'hépatite C (**Claudia et al., 2017**)

### 2. Historique :

Les lectines ont d'abord été isolées dans le règne végétal mais elles existent également dans le règne animal. (**Kamoun et al., 2003**)

La première lectine a été découverte par Peter Hermann Silltmark en 1888 qui décrit dans sa thèse de doctorat présentée à l'université de Dorpat (Estonie) que des extraits de graines de ricin (*Ricinus communis*) agglutinaient des érythrocytes (**Sharon et Lis, 2004**). À partir de ce moment-là, d'autres substances d'origine végétale possédant une activité hémagglutinante ont été découvertes.

En 1954, Boyd & Sharpleigh ont démontré la propriété de ces protéines d'agglutiner sélectivement des érythrocytes humains d'un groupe sanguin donné.

Cette notion de spécificité est la base de l'étymologie du nom lectine dérivée du mot latin *legere* qui veut dire « sélectionner ».

La plupart des lectines présentent plusieurs sites de liaison pour les glucides. Pour cette raison, l'interaction de lectines avec les glucides présents à la surface des érythrocytes résulte en l'agrégation d'un grand nombre de ces cellules. Cette caractéristique est typique des lectines. Elle est aussi classiquement utilisée pour leur détection (**Rüdiger, 1993**) et leur caractérisation (**Goldstein et al., 1980**).

Lorsque certains sucres sont ajoutés lors de l'interaction des lectines avec les érythrocytes, leur activité hémagglutinante est inhibée ce qui permet de déterminer leur spectre de spécificité (**Van Damme et al., 1998**).

Les lectines peuvent reconnaître de manière spécifique les glycoconjugués présents sur les surfaces cellulaires. Ces molécules sont constituées d'une partie glucidique (mono ou oligosaccharide) associée de façon covalente à une partie non glucidique (aglycone) de protéines ou de lipides et jouent un rôle primordial dans la vie sociale des cellules (**Varki, 1993**). Les interactions protéine/glucide sont impliquées dans de nombreux phénomènes de reconnaissance et d'adhésion cellulaires.

**Tableau 1** : Historique de découverte des Lectines

Années	Auteurs	Découvertes
1884	<i>Warden &amp; Waddell / Bruylant &amp; Ven Neman</i>	Toxicité de la graine d' <i>Abrus precatorius</i>
1886	Dixson	Toxicité de la graine de <i>Ricinus communis</i>
1888	Stillmark	Activité hémagglutinante de la graine de <i>Ricinus communis</i>  Toxicité de la graine de <i>Croton tiglium</i>



<b>1890</b>	Erlich	Utilisation de l'abrine et la ricine dans les recherches immunologiques
<b>1891</b>	Hellin	Activité hémagglutinante de la graine de <i>Abrus precatorius</i>
<b>1897</b>	Elfstrand	Introduction du terme d'"hémagglutinine"
<b>1902</b>	Landsteiner	La réversibilité de l'hémagglutination par la chaleur
<b>1902</b>	Kauss	L'inhibition de l'activité hémagglutinante par le sérum non immunitaire
<b>1907</b>	Landsteiner & Raubitschek	Activité Hémagglutinante dans les plantes non toxiques
<b>1908</b>	Landsteiner & Raubitschek	La spécificité des espèces de plantes à hémagglutinines
<b>1919</b>	Sumner	Isolement et cristallisation de la Concanavalina A
<b>1926-7</b>	Marcusson-Begun/Siever	Application des lectines sur les groupes sanguins
<b>1947-9</b>	Boyd & Reguera /Renkonen	Spécificité groupe de sang des plantes à hémagglutinines
<b>1949</b>	Liener	Toxicité des hémagglutinines de <i>Phaseolus vilgarus</i>
<b>1949</b>	Jaffé	Inactivation Thermique des hémagglutinines de <i>Phaseolus vilgarus</i>
<b>1952</b>	Watkins & Morgan	L'inhibition de lectines par les sucres simples Démonstration avec l'aide de lectines que les sucres sont des déterminants de groupe sanguin

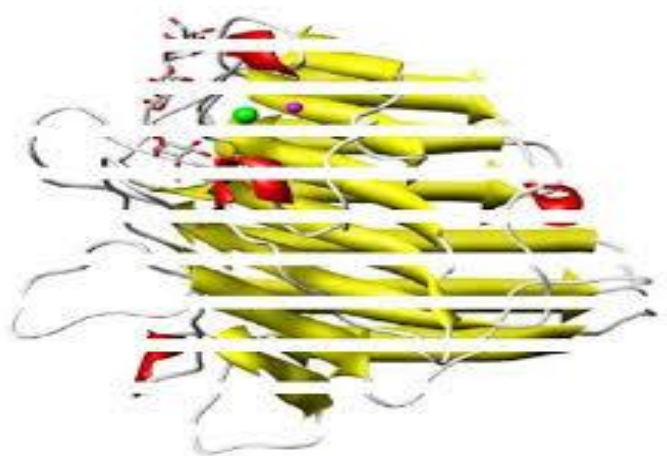
1954	Boyd & Sharpleigh	Introduction du terme de lectine
1960	Nowell	La stimulation mitogénique des lymphocytes par la lectine de <i>Phaseolus vulgaris</i>
1965	Agrawal & Golstein	Chromatographie d'affinité pour la purification des lectines
1966	Boyd	Lectines dans les algues
1981	Reinsner et al.	L'utilisation de lectines dans les greffes de moelle osseuse
1990	Yamauchi & Minamikawa	Expression de Con A dans les cellules d' <i>Escherichia coli</i>

### 3. Structure des lectines :

Du point de vue structural, les lectines sont classées en trois grandes classes selon leur topologie.

#### 3.1 Les lectines simples :

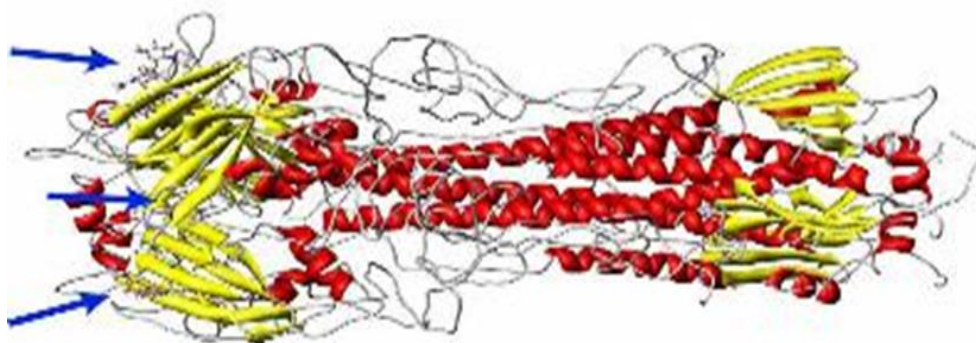
Ces lectines sont formées de plusieurs monomères (pas forcément identiques), dont la masse moléculaire généralement n'excède pas 41 kDa. Cette classe comprend pratiquement toutes les 22 lectines végétales, les lectines bactériennes solubles et les galectines (une famille de lectines animales spécifiques pour le galactose). (Lenka et al., 2006).



**Figure 1 :** Représentation graphique d'un monomère de concanaviline A de *Canavalia ensiformis* en complexe avec le trimannoside (code PDB 1CVN). La protéine est représentée par un ruban jaune pour les brins  $\beta$ , un ruban rouge pour les hélices  $\alpha$  et un fil pour les autres zones. Une représentation en bâtons est utilisée pour le sucre et en boule pour les cations.

### 3.2 Les lectines en mosaïque :

Ce groupe comporte diverses protéines de différentes sources (virus, animaux). Il s'agit de molécules complexes qui sont composées de plusieurs types de modules ou domaines, dont un seul possède le site de liaison. (Lenka et al., 2006).



**Figure 2 :** Représentation graphique d'un trimère d'hémagglutinine du virus Influenza en complexe avec l'acide sialique (code PDB 0HGF).

### 3.3 Les assemblages macromoléculaires :

Les lectines de ce type sont fréquemment trouvées chez les bactéries ou elles forment des structures filamenteuses de 3 à 7 nm de diamètres et de 100 nm de longueur, appelés fimbriae ou pili. La plus grande partie d'un filament fimbrial est formée par polymérisation d'une unité prédominante, qui ne joue qu'un rôle structural. Seul un type des unités généralement une composante minoritaire possède le site de liaison pour les glucides, donc il est responsable à l'adhésion fimbriae (Lenka et al., 2006).

## 4. Les lectines les plus connus :

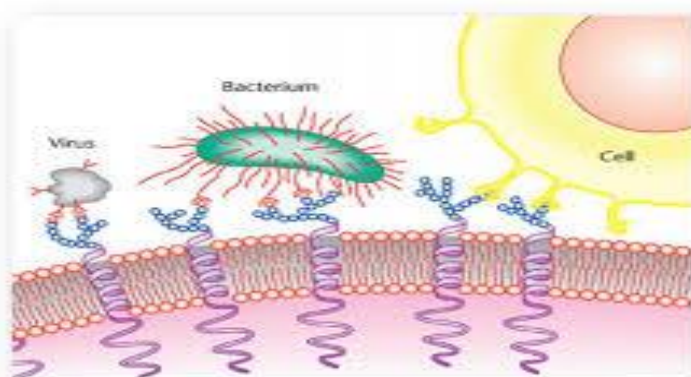
**Tableau 2 :** les lectines les plus connus (Mancheno et al., 2005)

Lectines	Exemples de commentaires
<b>Lectines de légumes</b>	<i>ConcanavalineA, lectines de pois</i>
<b>Agglutinine de germe de blé</b>	Fréquemment utilisée dans l'étude des surfaces membranaires des cellules normales ou cancéreuses
<b>Ricine</b>	Glycoprotéines cytotoxiques provenant des graines de ricin
<b>Toxine bactérienne</b>	Entérotoxine thermolabile d'E. Coli et toxine du Choléra
<b>Hémagglutinine du virus de la grippe</b>	Responsable de l'attachement à la cellule hôte ainsi que la fusion membranaire
<b>Lectine de type 5</b>	Lectine animale se liant avec les B-galactose, elles ont aussi des rôles dans les interactions cellule-cellule et cellule- matrice extracellulaire

### 5. Les sites de liaisons des lectines :

Le site de liaison d'une lectine est généralement constitué par un creux sur la surface de la protéine, dont la forme ne varie pas beaucoup après la liaison du ligand. La lectine interagit avec le ligand par un réseau de liaisons hydrogène et d'interactions hydrophobes (**Goldstein et Poretz, 1986**)

Les interactions de type salin ne sont généralement pas impliquées dans les interactions lectines-sucre sauf pour des glucides chargés comme l'acide sialique (**Pontet, 1996**) Les lectines ne modifient pas biochimiquement les hydrates de carbone auxquels se lient (**Gabius, 1985**).



**Figure3** : représentation schématique d'exemple d'interaction lectines-glucides (**Sharon et Lis, 1985**).

## 6. Spécificité des lectines :

La plupart des lectines sont spécifiques pour un petit nombre de sucres et que, dans la majorité des cas, ces sucres sont présents dans et sur la surface des cellules, surtout sous la forme de glycoconjugués. On peut identifier deux classes de lectines par rapport à leur spécificité : celles qui reconnaissent un monosaccharide spécifique et celles qui reconnaissent exclusivement des oligosaccharides (**Sharon 2003**). Les protéines spécifiques pour des monosaccharides sont classifiées en cinq groupes, selon le sucre pour lequel la lectine présente la plus forte affinité : le Mannose (Man), le Galactose (Gal)/N-acétylgalactosamine (GalNAc), le N-acétylglucosamine (GlcNAc), le Fucose (Fuc), l'Acide sialique (acide N-acétylneuraminique, NeuAc) (**Lis and Sharon 1998**). Cette reconnaissance est souvent désignée comme « la spécificité primaire » des lectines. Ces monosaccharides et leurs dérivés sont ceux qui sont le plus souvent présents sur les épitopes glycaniques des surfaces cellulaires. La plupart des lectines peuvent se lier à des monosaccharides, mais leur affinité sera en général plus forte pour certains oligosaccharides. (**Dam and Brewer 2002**). Les similarités structurales entre monosaccharides sont déterminantes pour la spécificité des lectines. Par exemple, la plupart des lectines qui reconnaissent le Gal se lient aussi au GalNAc. Ce phénomène est dû à la présence dans ces monosaccharides des trois fonctions hydroxyles qui ont une topologie très similaire. Certaines lectines présentent une spécificité anomérique et peuvent distinguer la configuration en carbone (C1) de monosaccharides tels que l' $\alpha$ - méthyle-galactoside et le  $\beta$ - méthylegalactoside. La combinaison de plusieurs techniques expérimentales permet d'élucider la spécificité des lectines (**Park, et coll. 2008**). Par exemple, en utilisant les techniques de test ELLA et de test « Glycans array » la spécificité d'une lectine peut être déterminée. Ces techniques sont simples, rapides et requièrent de quantités réduites de matériel.

La plupart des lectines sont des protéines multivalentes. Elles sont capables de se lier à plusieurs molécules de glucides. La multivalence peut provenir de la répétition de type « tandem » de domaine lectines dans un polypeptide, de l'association de plusieurs monomères ou de la présentation de plusieurs lectines sur une surface cellulaire. Les interactions multiples entre d'une part les lectines multivalentes et d'autre part les glycoconjugués, sont impliquées dans les processus de reconnaissance (**Lee and Lee 1995**).

## **7. Activités Biologiques des lectines :**

### **7.1 Activité agglutinante :**

L'agglutination est un processus complexe qui dépend de plusieurs facteurs internes tels que les propriétés moléculaires de la lectine (par exemple, la taille moléculaire, le nombre de sites de liaisons aux glucides, l'affinité de la liaison, les propriétés de surface de la cellule, le nombre et l'accessibilité des lectines aux ligands glucidiques, et l'état métabolique de la cellule) (**Wood, 1995**). En plus de ça d'autres facteurs externes peuvent affecter le processus d'agglutination, en particulier, la température, le type de cellules utilisées, et la concentration des cellules.

Les lectines doivent posséder au moins deux sites de reconnaissance et de liaison avec des saccharides de surface des cellules animales ou autres (bactéries, virus, mycoplasme, champignon). Les lectines monovalentes à un seul site de reconnaissance ne provoquent pas d'agglutination (**Peumans et coll., 1995 ; Wang et coll., 1998**)

### **7.2 Liaison avec les sucres :**

Elle est spécifique et propre à chaque lectine de sorte que la connaissance du sucre spécifique conditionne la mise en évidence de l'activité de la lectine (**Miyoshi et coll, 1982**).

### **7.3 Activité mitogène :**

Une des propriétés les plus étonnantes des lectines réside dans leur pouvoir de transformer les petits lymphocytes du sang en cellules blastiques. Cette transformation lymphoblastique résulte du pouvoir mitogène des lectines mais en général elle ne s'exerce que sur les lymphocytes T (**Barbosa, 2001 ; Falasca 1989 ; Nachbar et coll., 1980**).

### **7.4 Inhibition de la croissance :**

Des cellules cancéreuses Les travaux de Valentier et coll. (2003) suggèrent que les lectines alimentaires pourraient inhiber la croissance cellulaire des cellules du cancer du sein de l'homme in vitro. Quant à Banwell et coll. (1983), ils montrent que les lectines des graines de haricot rouge provoquent l'inhibition de la migration des cellules cancéreuses.

### **7.5 Activité antivirale :**

La surface des Rétrovirus tel que le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) et de nombreux autres virus enveloppés sont couvertes par des glycoprotéines codées par les virus. Les glycoprotéines gp120 et gp41 présentes sur la surface du VIH sont fortement glycosylées. On estime que les glycanes représentent plus de 50% de la masse moléculaire de gp 120 (**Mizuochi et al., 1988 ; Ji et al., 2006**). L'activité antivirale des lectines semble dépendre de

leur aptitude à se lier à des oligosaccharides contenant du mannose, présents sur la surface des glycoprotéines de l'enveloppe virale. Les agents qui interagissent spécifiquement et fortement avec ces glycanes peuvent perturber les interactions entre les protéines de l'enveloppe virale et les cellules de l'hôte (**Botos and Wlodawer, 2005 ; Balzarini, 2006**). Les lectines peuvent se lier à la surface virale et prévenir d'autres interactions avec d'autres corécepteurs. (**Sacchettini et al., 2001; Shenoy et al., 2002**) Contrairement à la plupart des agents thérapeutiques antiviraux actuels qui agissent par l'inhibition du cycle de vie du virus. Les lectines peuvent empêcher la pénétration des virus dans les cellules hôtes

Les lectines mannose-spécifiques isolées de bulbes de 15 espèces sauvages du genre *Narcissus* cultivées en Espagne ont une activité inhibitrice anti-VIH1. L'activité anti-VIH-1 la plus efficace est obtenue avec les extraits de l'espèce *Narcissus tortifolius* (**Lopez 2003**).

#### **7.6 Activité antifongique :**

Malgré le grand nombre de lectines et des hémagglutinines qui ont été purifiées, seules quelques-unes manifestent une activité antifongique. Il a été démontré que le champignon phytopathogène *Trichoderma viride* induit la production de lectines dans les cellules vasculaires des racines et des tiges chez *Gastrodia elata*. Ceci indique que les lectines sont probablement des protéines de défense chez les plantes (**Sá et al., 2009**). Les lectines végétales ne peuvent ni se lier aux glycoconjugués présents sur les membranes fongiques ni pénétrer dans le cytoplasme en raison de la paroi cellulaire. Il est peu probable que les lectines inhibent directement la croissance fongique en modifiant la structure et/ ou sa perméabilité.

#### **7.7 Activité antibactérienne :**

Plusieurs lectines montrent également des activités antibactériennes très intéressantes (**Jensen et al., 1997 ; Ottinger et al., 1999 ; Dong et al., 2004 ; Tasumi et al., 2004**). Une nouvelle lectine isolée à partir du venin de serpent *Bothrops leucurus* montre une activité antibactérienne envers des bactéries pathogènes Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Bacillus subtilis*) (**Nunes et al., 2011**). Les lectines isolées à partir des graines d'arachides *Archidendron jiringa* montre une activité inhibitrice contre *B. subtilis* et *S. aureus*, mais pas d'activité contre *E. coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (**Charungchitrak et al., 2011**). Beaucoup d'études montrent que les lectines ayant une affinité aux acides sialiques, ont la capacité d'agglutiner les bactéries. La lectine (SNA1) isolée à partir de *Sorbus nigra* peut agglutiner la souche *Streptococcus suis* (**Charland et al., 1995**). La lectine isolée de *Penaus merguinsis* quant à elle, est capable d'agglutiner les souches de *Vibrio* (**Utarabhand et al., 2007**)

### **7.8 Activité cytotoxique :**

Les lectines font l'objet de nombreuses études toxicologiques. Depuis des années, elles sont en effet retrouvées dans beaucoup de plantes destinées à l'alimentation animale ou humaine (la lectine de la légumineuse tropicale *Canavalia ensiformis* n'est qu'un exemple parmi d'autres) et induisent fréquemment une diminution de la valeur nutritionnelle des matières premières végétales qui en contiennent (**Jaffé and Seidl, 1992**). Les haricots contiennent ainsi des fractions protéiques hémagglutinantes qui affectent la croissance et peuvent causer la mort d'animaux qui en consomment. Le mode d'action des lectines n'est qu'imparfaitement connu.

### **8. Autres propriétés :**

Les lectines expriment diverses activités biologiques telles que la précipitation des glycoprotéines, l'activation de la voie alterne du complément et l'agrégation des immunoglobulines (**Nachbar et coll. 1980**), l'induction de la libération de l'histamine à partir des cellules basophiles et des mastocytes (**Gomes 1994**), les effets pro et antiinflammatoires (**Assreuy 1997**), l'induction de l'apoptose (**Kulkarni 1988**).

### **9. Utilisation des lectines :**

Les lectines peuvent interagir avec des systèmes biologiques et développer une diversité d'événements et fonctions dans ces organismes vivants. Ces interactions ont une grande importance car elles se retrouvent impliquées dans des processus biologiques ainsi que dans des processus pathologiques (**Lis and Sharon 1998**). Aujourd'hui les lectines sont largement utilisées comme outils dans la recherche, dans le secteur biomédical et dans le domaine agronomique.

#### **9.1 Dans le domaine biomédical :**

##### **9.1.1 En immunologie :**

Les lectines mitogènes sont employées pour déceler les allergies médicamenteuses, pour reconnaître les déficiences immunologiques congénitales ou acquises, pour étudier les sensibilisations dues aux maladies infectieuses et pour juger des effets de diverses manipulations immunosuppressives et immunothérapeutiques (**Jaffe, 1980**).

##### **9.1.2 En Hématologie :**

Certaines lectines reconnaissent spécifiquement les antigènes des groupes sanguins humains (**Boyd and Sharpleigh 1954**) et sont utilisées pour leur identification dans des banques de sang.



### 9.1.3 En Cancérologie :

Certaines lectines purifiées à partir d'invertébrés terrestres ou marins sont employées comme marqueurs histochimiques puisque certaines maladies tel le cancer sont associées à une modification des glycanes présents sur les cellules (**Guillot, coll. 2004**).

en raison de leur agglutination préférentielle aux cellules cancéreuses, les lectines sont suggérées comme transporteuses pour diriger drogues et produits pharmaceutiques vers les cellules cancéreuses. (**Kenoth et al.2001**).

### 9.1.4 En Biologie cellulaire :

Les lectines sont des outils pour étudier la nature, les structures, la dynamique des membranes cellulaires (possédant des résidus saccharidiques) sous des conditions. Normales et pathologiques (**Jaffe, 1980**).

Certaines lectines purifiées à partir des graines de légumineuses tropicales présentent des propriétés anti-inflammatoires (**Alencar, 2005**)

### 9.2 Dans le domaine agronomique :

Les lectines peuvent être utilisées dans la lutte contre les agents pathogènes (nuisibles) des plantes telles que les insectes, les nématodes du sol, les vers parasites qui commettent d'importants dégâts dans des cultures (**Murdock et coll., 2002**).

Par exemple, la lectine de blé et celle de graine de *Bauhinia purpurea* ont des effets létaux pour deux insectes (*Ostrinia nubilabis* et *Diabrotica undecimpunctata*) se nourrissant sur le maïs, l'action des lectines peut se faire à des concentrations relativement faibles (**Peumans et coll. 1995**)

## 10. Distribution des lectines dans le monde vivant :

Les lectines sont des protéines ubiquitaires, présentes dans tous les organismes vivants. Il existe une grande variété de lectines qui présentent une très grande diversité structurale.

### 10.1 Lectines de vertébrés :

Les lectines animales sont réparties dans des familles très différentes. Les trois familles les plus étudiées sont les galectines, les lectines de type C et les sigles.

- Les structures de galectines : sont relativement simples. Ces protéines sont spécifiques pour le  $\beta$ -galactose et plus précisément pour le lactose ( $\beta$ Gal1-4Glc) et le N-

acétyllactosamine ( $\beta$ Gal1-4GlcNAc) (**Leffler, et al. 2004**). La première structure tridimensionnelle d'une galectine humaine (la galectin-7 (hGal-7)) a été obtenue dans sa forme native et complexée avec le galactose, la galactosamine, le lactose, et le N-acétyllactosamine (**Leonidas, et al. 1998**).

- Les lectines du type C présentent un CRD (Carbohydrate Recognition Domain) bien conservé qui implique un atome de calcium dans l'interaction protéine-sucre (**Drickamer 1993**). Les lectines de type-C sont soit en circulation dans le plasma, soit attachées aux surfaces cellulaires par la présence d'un segment transmembranaire.
- Les Siglecs, ou lectines de type I, constituent une famille de lectines qui reconnaissent l'acide sialique (**Crocker 2002**). Elles sont membres de la superfamille immunoglobuline (Ig) et adoptent un repliement de type immunoglobuline.

Les autres classes de lectines animales comprennent les lectines du type P qui sont formées par les lectines qui fixent le mannose-6-phosphate, comme la lectine bovine CDMPR (**Roberts, et al. 1998**). Les pentraxines qui sont une famille des lectines capables de se lier à des ligands de manière  $Ca^{2+}$  dépendante (**Emsley, et al. 1994**). D'autres types de lectines de vertébrés telles que les calnexines-calreticuline comme la lectine calnexine de l'espèce *Canis familiaris* (**Schrag, et al. 2001**) et les ficolines (**Garlatti, et al. 2007**) ont récemment été mises en évidence.

La plupart des lectines de vertébrés ont une localisation extracellulaire. Elles jouent un rôle dans la vie sociale des cellules et sont impliquées dans des processus tels que la fécondation, la migration et le développement cellulaire.

### 10.2 Lectines d'invertébrés :

La présence de lectines a été démontrée chez les invertébrés terrestres ou marins. Ces protéines font souvent partie d'un système d'immunité innée et présentent donc des spécificités pour les glucides présents à la surface d'organismes pathogènes (**Vasta, 1992**).

Chez les invertébrés, les lectines sont distribuées dans toutes les classes et sous-classes étudiées. À titre d'exemple :

- Les gastéropodes avec la lectine d'escargot CHA-II de *Cepaea hortensis* (**Gerlach et al., 2002**).

- Les échinodermes avec l'hémagglutinine de l'oursin *Hemicentrotus pulcherrimus* (**Yamada and Aketa, 1982**).
- Les crustacés avec la lectine du crabe *Charybdis japonica* (**Umetsu et al., 1991**)
- Les insectes avec la lectine du sphinx du tabac *Manduca sexta* (**Yu and Kanost, 2000**).

Ces lectines présentent des localisations variées : système digestif, appareil de reproduction, hémolymphe ou branchies.

### **10.3 Les lectines de microorganisme :**

Les microorganismes pathogènes, virus, bactéries, champignons ou parasites eucaryotes, utilisent fréquemment des lectines pour reconnaître les sucres présents sur la surface des cellules hôte. Ces interactions lectines-sucres jouent également un rôle dans l'adhésion sur les tissus richement glycosylés présents dans les voies respiratoires, digestives ou dans l'appareil urogénital (**Imberty and Varrot 2008, Sharon 1996**).

### **10.4 Lectines virales :**

L'exemple le plus marquant de lectine de virus est l'hémagglutinine du virus de la grippe (*Influenza virus*). Cette hémagglutinine interagit avec un récepteur de la surface des cellules hôtes, l'acide 5-N-acétylneuraminique (l'acide sialique).

### **10.5 Lectines bactériennes :**

Les lectines bactériennes sont généralement situées sur la surface de la bactérie ou localisées dans le cytosol et jouent des rôles importants dans la reconnaissance des glycoconjugués présents à la surface des cellules de l'hôte pendant la première étape du processus d'infection, ce qui a attiré bien évidemment beaucoup d'attention dans ces dernières années (**Sharon,1996**). Les lectines bactériennes connues peuvent être classées en trois familles : les adhésines, les toxines et les autres lectines solubles qui n'appartiennent pas aux deux premières classes (**Imberty et al., 2005**).

### **10.6 Les lectines des champignons :**

L'abondance de lectines dans les champignons est tout à fait remarquable. Elles ont principalement des propriétés pharmacologiques intéressantes comme par exemple la stimulation du système immunitaire, contre l'hypertension et contre l'hypercholestérolémie mais aussi antivirales et anticancéreuses.

### **10.7 Les lectines présentes chez les plantes :**

Dans les plantes, les lectines ont été détectées dans les moisissures, les lichens, les champignons et les spermatophytes mais plus fréquemment dans les légumineuses et les Euphorbiacées (**Grant, 1991 ; Renkonen., 1948**). La famille des Légumineuses offre le plus grand nombre d'espèces contenant des lectines végétales.

Historiquement, les lectines de légumineuses telle que la Concanavaleine A (ConA) ont été les premières à être caractérisées. Elles se retrouvent dans de nombreux tissus mais sont très abondantes dans les parties de la plante susceptibles de subir une attaque par des organismes étrangers (**Nachbar et coll., 1980**).

Les lectines de plantes semblent être impliquées dans la défense contre les phytopathogènes et les prédateurs, certaines ayant des activités insecticides (**Chrispeels and Raikhel, 1991, Rudiger and Gabius, 2001 ; Van Damme et coll., 1997**)

Sur la base de leur structure générale, les lectines sont globalement classées en trois catégories (**Benhamou, 2009**) :

#### **10.7.1 Les Mérolectines :**

Les Mérolectines sont des protéines qui n'ont qu'un seul domaine de liaison avec un sucre. Ce sont des protéines de faible poids moléculaire qui, en raison de leur nature monovalente, ne sont pas capables de précipiter des glycoconjugués ou d'agglutiner des cellules.

#### **10.7.2 Les hololectines :**

Les hololectines sont pourvues d'au moins deux domaines de liaison identiques ou, au moins, homologues. Ce groupe comprend toutes les lectines qui sont capables d'agglutiner des cellules comme les hématies.

La grande majorité des lectines de plante appartient au groupe des hololectines en raison de leurs propriétés agglutinantes.

#### **10.7.3 Les Chimérolectines :**

Les Chimérolectines quant à elles, sont des protéines de fusion possédant un domaine de liaison à un sucre et un autre domaine complètement différent.

Leur caractéristique essentielle par rapport aux deux groupes est d'exercer une activité catalytique ou une autre fonction biologique. Certaines chitinases font partie de ce groupe.

***Chapitre 2 :***  
***Généralités sur la plante***

II. Généralités sur la plante :

1. Petite histoire de *Helianthus tuberosus* :

Le nom latin *Helianthus tuberosus* vient du grec « helios » signifiant soleil et « anthos » qui veut dire fleur.

C'est une plante originaire d'Amérique du Nord où elle porte le nom « d'artichaut de Jérusalem » en raison de la saveur de leurs racines noueuses, « truffe du Canada », « artichaut d'hiver » pour son goût très ressemblant avec celui de l'artichaut (mais consommé en hiver) « soleil vivace » ou Topinambour. Le nom populaire de Topinambour provient d'une tribu amérindienne, les 'Topinambous' qui cultivaient ce légume et l'ont fait découvrir aux premiers colons. Il a été introduit en Europe, par le français Samuel de Champlain qui rapporta les précieux tubercules via le Québec, à la cour du roi Henri IV. Ses tubercules noueux au goût agréable sont très vite adoptés puis délaissés au profit de la pomme de terre importée par Parmentier à la fin du 18e siècle. Ce nouveau légume tubéreux est plus facile à préparer et plus nourrissant.

Ce tubercule appartient aux « légumes oubliés » : il a été éloigné pendant plusieurs décennies de nos assiettes, servant alors à nourrir le bétail. Il est revenu durant la Seconde Guerre Mondiale pour pallier l'absence de pomme de terre, avant d'être à nouveau « oublié ». (Bonjean, 2018)

2. Classification scientifique :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

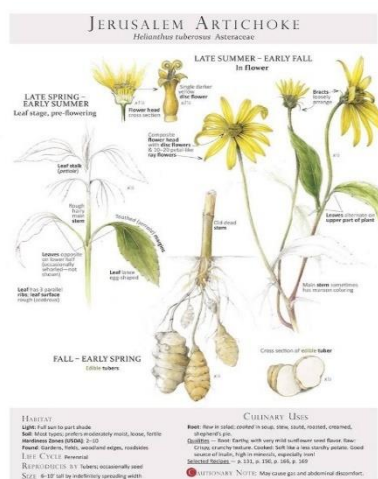


figure 4 : *Helianthus tuberosus*

**Genre :** Helianthus

**Espèce :** Helianthus tuberosus

### **3. Description de la plante :**

C'est une plante vivace très rustique qui appartient à la même famille que celle du tournesol, « les astéracées ». (Brackel, 2019)

- **Les tubercules :** Le topinambour est une plante dont on ne consomme que les tubercules. Ils sont de forme irrégulière et de couleur rose pâle et leur chair oscille entre le blanc et le jaune pâle, ils ressemblent à un croisement entre la racine de gingembre et la pomme de terre, leur saveur est légèrement sucrée
- **Les tiges :** épaisses, rigides et poilues, peuvent atteindre 3 mètres de haut. Ramifiées sur la partie haute.
- **Les feuilles :** larges feuilles ovales, rêches, non lobées, rugueuses et pubescentes.
- **Les fleurs :** c'est une jolie plante potagère à fleurs jaunes en forme de soleil comme le tournesol, de taille moyenne, réunis en grappes lâches. Ils n'apparaissent qu'à la fin de l'été. C'est une excellente source de nectar pour les abeilles.

### **4. Diversités de topinambour :**

- ✓ Il n'existe pas énormément de variétés de topinambour.
- ✓ Celles qu'on rencontre sont au nombre de 4 : (Melkonian, 2018)
- **Patate :** bulbes arrondis faciles à éplucher, peau rougeâtre, chair blanche, d'une finesse remarquable, très productif.
- **Violet de Rennes :** tubercules en forme de massue à peau violet clair, ancienne variété française de bonne qualité culinaire.
- **Sakhalinski rouge :** tubercules en forme de massue, violet clair.
- **Rouge du Limousin, ou Fuseau :** plus petits tubercules allongés rosés et sucrés.

### **5. Caractéristiques : Helianthus tuberosus**

**Tableau 3 :** caractéristique de la plante

<b>Nom Latin</b>	<b>Helianthus tuberosus</b>
<b>Nom Français, usuel ou vernaculaire</b>	Topinambour blanc   Artichaut de Jérusalem   Truffe du Canada
<b>Famille</b>	Asteracées
<b>Catégorie botanique</b>	Plants potagers
<b>Origine géographique</b>	Amérique du Nord
<b>Hauteur adulte</b>	1.50 m à 2 m
<b>Forme adulte</b>	Touffe herbacée
<b>Croissance des plantes &amp; arbustes</b>	Croissance RAPIDE, estimée en conditions optimales de culture de 40 cm à plus de 50 cm par an à partir de la deuxième année de plantation.
<b>Nature du sol - Convient pour ...</b>	Bonne terre de jardin, Terre riche et fertile (Humifère), Terre légère (Drainante), Terre acide
<b>Exposition</b>	Plein Soleil
<b>Besoin en eau des plantes &amp; arbustes</b>	Besoin en eau régulier (Du printemps à l'automne)
<b>Utilisation de plantation</b>	en Bac, en Pot, en Jardinière, au Jardin potager
<b>Couleur de floraison</b>	Fleurs jaunes
<b>Saison de floraison</b>	Eté
<b>Détail de floraison</b>	Fleur simple, Nectarifère (Attire les papillons et les insectes butineurs), Mellifère (Attire les abeilles)
<b>Persistance du feuillage</b>	Caduc (Perd ses feuilles en hiver)
<b>Couleur du feuillage</b>	Feuilles vertes
<b>Détail du feuillage</b>	Pubescent (Duveteux), Denté
<b>Couleur des fruits</b>	Fruit Brun
<b>Nature des rameaux et des tiges</b>	Tiges vertes
<b>Période de plantation</b>	Toute l'année, Au printemps, A l'automne



**6. Différences avec les aliments proches :**

Le topinambour a une apparence qui se rapproche de celle de la racine de gingembre et la pomme de terre. C'est un tubercule comme ces deux autres plantes mais il est beaucoup plus difficile à éplucher.

On a tendance à penser que le topinambour est un type de pomme de terre. Bien que leur chair se ressemble, ces deux légumes n'appartiennent pas à la même famille. La pomme de terre fait partie des solanacées, et le topinambour des astéracées, comme l'artichaut, la laitue et la chicorée. (Melkonian, 2018)

**7. Valeur nutritionnelle :****Tableau 4 : valeur nutritionnelle pour 100g de topinambour cru (Brackel, 2019)**

Nutriments	Quantités
Calories	81.9 kcal
Protéines	1,8 g
Lipides	0.7 g
Glucides	16 g
Eau	78.01 g
Fibres	2.2 g
Vitamine C	4 mg
Calcium	14 mg
Magnésium	17 mg
Potassium	429 mg
Fer	3.4 mg
Phosphore	78 mg

**8. Mot du nutritionniste :**

Le topinambour est plus digeste lorsqu'il est consommé quelques jours après la récolte. Lorsqu'il vient d'être récolter, il risque de causer des maux de ventre et des ballonnements. Sa richesse en fibres stimule le transit intestinal. (Melkonian, 2018)

**9. Les vertus santé du topinambour :**

Le topinambour (*Helianthus tuberosus*) est un tubercule de couleur rosée ou jaune pâle, intéressant pour la santé digestive et la prévention de certaines maladies chroniques.

Riche en fibres et minéraux, ce précieux tubercule fait pourtant partie des légumes longtemps oubliés mais dont on redécouvre aujourd'hui toutes les vertus santé.

Il renferme des glucides qui favorisent le bon fonctionnement du transit, contribuant ainsi à une bonne santé intestinale. Ces sucres pourraient également jouer un rôle dans la prévention de certains cancers et la lutte contre le diabète. Le topinambour possède plusieurs propriétés potentiellement bénéfiques pour notre santé. **(Belkour, 2018)**

**9.1 Allié minceur :**

Avec une faible densité calorique par rapport à la pomme de terre (76 kcal/100g), un index glycémique modéré et un pouvoir satiétogène élevé, le topinambour est un aliment très utile pour un régime minceur.

**9.2 Santé intestinale :**

Le topinambour contient beaucoup d'inuline, une fibre alimentaire soluble, qui appartient à une famille appelée fructanes. Celles-ci sont composées de molécules glucidiques complexes, non digestibles par l'organisme, qui favorisent le bon fonctionnement du transit intestinal en stimulant la motilité de l'intestin. Grâce à leur contenu en inuline, les fructanes du topinambour favoriseraient le développement de bactéries bénéfiques à l'intestin, comme les bifidobactéries (*Lactobacillus/Enterococcus*). A ce titre, les fructanes sont considérés comme un prébiotique participant à l'équilibre de la flore intestinale. C'est une bonne microflore intestinale prévient l'hypertension. Ces fructanes peuvent réduire ainsi la constipation.

**9.3 Prévention du diabète :**

Le topinambour, qui s'apparente à la pomme de terre, ne contient pas d'amidon comme substance de réserve mais bien de l'inuline, un glucide spécifique non assimilable (il ne passe pas dans le sang). Ces fructanes sont potentiellement utiles chez les diabétiques car ce type de glucides n'influence pas la glycémie. L'inuline pourrait également avoir des effets positifs sur le diabète en réduisant les lipides sanguins. De fait, il a été démontré que la consommation d'inuline permet de diminuer sensiblement les triglycérides sanguins chez des sujets légèrement hypertriglycémiques. Aussi, chez des sujets diabétiques, l'ingestion de fructanes permet la réduction du cholestérol total et du mauvais cholestérol.

**9.4 Prévention du cancer :**

Source de fructanes et d'inuline, le topinambour assurerait un rôle protecteur contre le cancer colo-rectal selon plusieurs études scientifiques. De fait, certains fructanes, dont l'inuline et l'Oligo fructose,

Ont montré des résultats prometteurs dans la prévention du cancer du côlon et du cancer du sein. Ces composés provoqueraient un changement bénéfique dans la composition de la flore intestinale qui amènerait une protection efficace contre certains pathogènes.

**9.5 Riche en minéraux et vitamines :**

Le topinambour constitue une excellente source de vitamines du groupe B, minéraux (potassium, phosphore, magnésium) et oligo-éléments (fer, cuivre, zinc...).

*Helianthus tuberosus* est riche en potassium. Leur concentration est essentielle pour la santé en général et peut aider à réduire les maladies cardiaques.

Une racine de topinambour fournit 1/4 de la dose de fer quotidienne nécessaire à l'immunité du corps humain. Il faudrait manger 100 grammes de viande rouge pour obtenir la même quantité de fer. C'est un bon moyen d'augmenter la teneur en fer de l'organisme sans apport de graisses et avec seulement une centaine de calories.

**9.6 Protection du système nerveux :**

La vitamine B1 présente dans le topinambour aide à maintenir notre système nerveux en bonne santé ; elle joue notamment un rôle très important dans la transmission de l'influx nerveux.

**9.7 Biodisponibilité des minéraux**

Des études scientifiques ont démontré que l'inuline et l'Oligo fructose du topinambour pouvaient augmenter de façon significative l'absorption du calcium et du magnésium au niveau de l'intestin. Ils agissent donc sur le plan de la minéralisation et de la densité osseuse pour une meilleure santé des os. Ce légume est donc précieux pour prévenir l'ostéoporose et le rachitisme.

Le topinambour est un légume racine qui aide notamment à la digestion, l'absorption, et également la perte de poids. Son rôle potentiel dans la lutte contre certains cancers et la gestion du diabète justifie que l'on gagnerait à mieux le connaître.

Les racines de *Helianthus tuberosus* sont également très riches en protéines. On y retrouve une forte concentration en acides aminés soufrés : la taurine, la méthionine, l'homocystéine et la

cystéine. Ils sont essentiels au maintien de la souplesse du tissu conjonctif ainsi qu'à la désintoxication du foie.

**10. Effets secondaires :**

Quelques rares cas d'allergie à l'inuline ont été rapportés. Cette substance est naturellement présente dans les topinambours, mais aussi dans les salsifis, les artichauts et la chicorée.

La réaction allergique se traduit par de l'urticaire, de l'œdème, voire des troubles respiratoires. Si vous présentez l'un de ces symptômes suite à la consommation des légumes cités, consultez un allergologue.

***Chapitre 3 :***  
***Matériels et méthodes***

### III. Matériels et méthodes

#### 1. Matériels :

##### 1.1 Matériel végétal :

Nos travaux ont été réalisés sur les tubercules d'une plante médicinale :

- ❖ *Helianthus tuberosus*



**Figure 5 :** tubercules de *l'Helianthus tuberosus*

##### 1.1.1 Récolte de la plante :

Les tubercules d'*Helianthus tuberosus* ont été récoltés à Ain defla au mois de février 2020.

#### 2. Méthodes :

##### 2.1 Préparations de la plante :

- ❖ **Lavage :** les tubercules ont été bien rincés avec l'eau pour les débarrassés de toute impureté et puis ils ont été coupés.



**Figure 6 :** Tubercules de la plante coupés

- ❖ **Séchage :** les tubercules de la plante ont été séchés à température ambiante pendant 7 jours.

- ❖ **Broyage** : les tubercules sèches ont été broyés à l'aide d'un broyeur jusqu'à l'obtention d'une poudre.

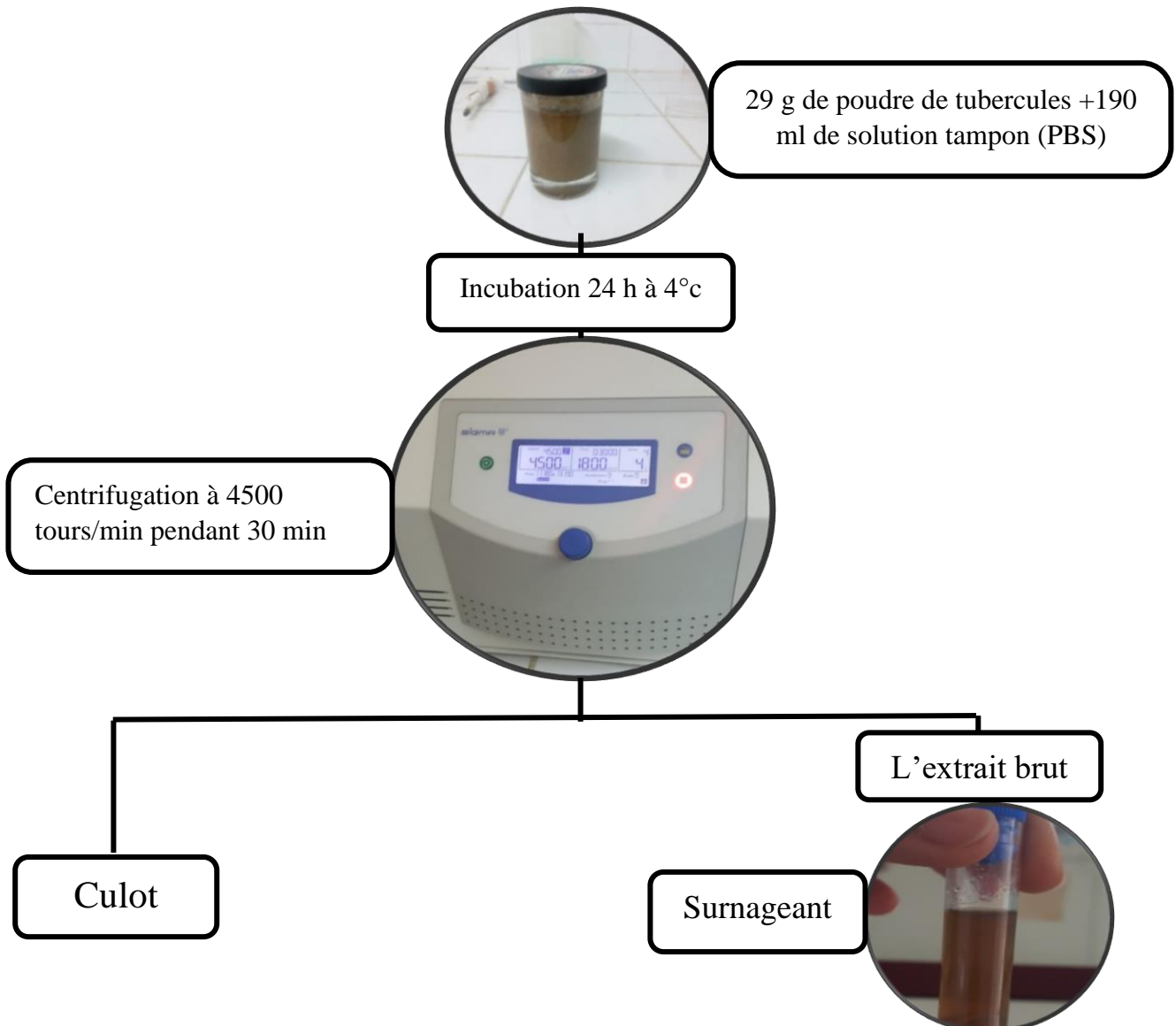
## 2.2 L'extraction des lectines par la solution tampon :

### 2.2.1 Principe :

Le but de cette opération est de récupérer des substances hydrosolubles à partir d'une poudre des tubercules à l'aide d'une solution tampon phosphate disodique (PBS).

### 2.2.2 Technique :

29 g de poudre des tubercules sont dissous dans 190 ml du tampon PBS (0,1 M pH 7,2)(annexe 1) , l'ensemble est agité, et laissé pendant 24 h à 4 °C. Les suspensions obtenues sont ensuite centrifugées à 4500 tours/minute pendant 30 minutes. Le surnageant a été récupéré. Ce dernier représente l'extrait brut, qui est été testé sur les hématies.



**Figure 7 :** Le schéma d'extraction des lectines à partir de la poudre des tubercules de la plante.

### **2.3 Le test d'hémagglutination :**

Le test d'hémagglutination a été porté sur les hématies du lapin 3%. Il permet d'affirmer la présence de lectines dans l'extrait. Ce test est basé sur l'observation de l'agglutination, et donc de la précipitation des érythrocytes en présence de lectine.

#### **2.3.1 Préparation des hématies à 3% :**

Les hématies humaines (ABO) et celles du lapin collecté ont été au préalable soumises à un lavage, puis à une dilution.

##### **a) Lavage des hématies**

Une quantité de sang (environ 3 ml) a été posé dans un tube. Après avoir bien bouché il a été centrifugé à 4000 tours/minute pendant 15 minutes. Le surnageant a été versé ensuite une solution physiologique (sérum saline 0,9%) a été ajouté au culot (hématies tassées au fond du tube) jusqu'au trait limite de tube. Cette opération de lavage a été reprise quatre fois dans les mêmes conditions.

##### **b) Dilution des hématies**

Après le quatrième lavage des globules rouges, elles sont diluées avec le chlorure de Sodium 0,9% (NaCl), sachant que 1,5 ml des hématies dans un 48,5 ml afin d'obtenir d'hématies à 3%.

#### **2.3.2 Technique d'hémagglutination**

Dans chaque puits d'une microplaque 50 µl d'extrait brut de la plante ont été déposés tout en ajoutant 50 µl des hématies du lapin 3%. Le test d'agglutination a été examiné visuellement après incubation pendant 1 h à température ambiante et à l'aide d'un microscope optique (G×40).

### **2.4 Le test de limite d'hémagglutination :**

Dans chaque puits, 50 µl de tampon ont été déposés suivis de 50 µl l'extrait brute qui lui, est placé uniquement au niveau du premier puits. Puis une gamme de concentration par double dilution a été réalisée dans les puits suivants.



Un volume de 50 µl des hématies a été ajouté aux extraits dilués dans chaque puits. L'observation de l'activité hémagglutinante a été effectuée à l'œil nu après 1 h d'incubation à une température ambiante.

### **2.5 Le test d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides :**

La spécificité des lectines aux glucides a été étudiée par la capacité d'une série des saccharides à inhiber l'agglutination des hématies du lapin.

#### **Technique**

Dans un puits d'une microplaque, 50 µl de solution de saccharides (100 mg/ml) (glucose, galactose, mannose, maltose) et glycoprotéine (BSA) sont ajoutées à 50 µl d'extrait. Le mélange a été incubé 1h à température ambiante, 50 µl des hématies du lapin 3% ont été rajoutées, la lecture a été effectuée après 1 h à l'œil nu et l'aide d'un microscope optique (G×40).

### **2.6 Le test de limite d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides :**

Ce test a été effectué sur les extraits brutes ayant présentées une spécificité pour un ou plusieurs saccharides qui inhibent leur activité d'hémagglutination. Il a été réalisé afin de déterminer la concentration minimale à laquelle a lieu l'inhibition de l'hémagglutination.

#### **Technique**

50 µl du tampon ont été déposés dans chaque puits d'une microplaque, puis 50 µl de solution de saccharide (100 mg/ml) sont ajoutées au premier puits, ensuite une gamme de concentration par double dilution a été réalisée dans les puits suivants. Un volume de 50 µl a été ajouté dans chaque puits, et le mélange est incubé pendant 1heure à température ambiante. Enfin un volume de 50 µl des hématies 3 % a été ajouté dans chaque puits. Après 1heure à température ambiante la lecture a été faite à l'œil nu et par l'observation microscopique (G×40).

# ***Chapitre 4 :*** ***Résultats***

**IV. Résultats**

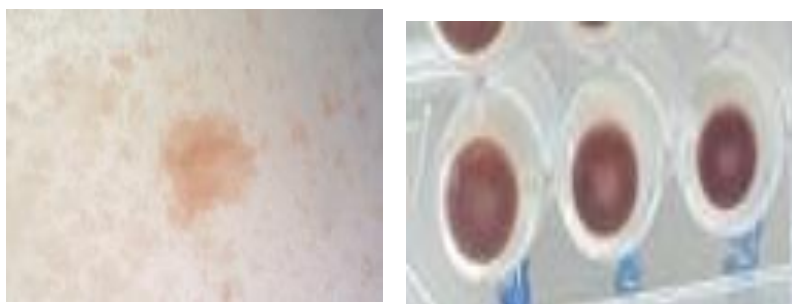
**1. Test d'hémagglutination :**

La plupart des lectines sont capables d'interagir avec des globules rouges. Si une solution des hématies est placée dans un puits, la sédimentation naturelle conduit à un dépôt des hématies au fond du puits. L'ajout d'une lectine permet la formation d'un réseau entre les hématies et les lectines, ces interactions forment une suspension gélatineuse homogène, ceci correspond au phénomène d'hémagglutination.

**Tableau 5 :** l'agglutination des hématies de lapin avec l'extrait d'*Helianthus tuberosus*

Plante	Test d'agglutination
<b>Helianthus tuberosus</b>	++

++ : forte agglutination



Observation microscopique (G ×40)      observation a l'œil nu

**Photo 8 :** L'agglutination des hématies du lapin par l'extrait d'*Helianthus tuberosus*

**2. Le test de limite d'hémagglutination :**

La limite d'agglutination est exprimée en fonction du rapport de dilution pour lequel on observe une agglutination. Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus lors du test de limite d'agglutination.

**Tableau 6 :** l'activité hémagglutinante de l'extrait d'*Helianthus tuberosus*

Dilution / Extrait	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2048	1/4096
<b>Helianthus tuberosus</b>	++	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

++ : forte agglutination

+ : faible agglutination

- : absence d'agglutination

- ❖ L'activité hémagglutinante de l'extrait d'*Helianthus tuberosus* est visible jusqu'à la troisième dilution (1/8).

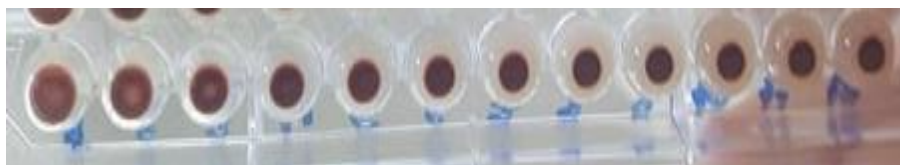


Figure 9 : la limite d'hémagglutination d'*Helianthus tuberosus*.

### 3. Le test d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides et glycoprotéine :

Le test d'inhibition a été réalisé afin de déterminer la spécificité des lectines présents au niveau de l'*Helianthus tuberosus* en utilisant des glucides et des glycoprotéines.

L'agglutination ne se fait pas dans le cas où la lectine va fixer l'inhibiteur plutôt que les hématies, les résultats obtenus ont été décrit dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Le test d'inhibition des extraits bruts avec le glucose, galactose, mannose, maltose, BSA

Sucre / Extrait	Galactose	Mannose	Maltose	Glucose	BSA
<b>Helianthus tuberosus</b>	-	-	-	-	-

- : Pas d'inhibition

L'extrait d'*Helianthus tuberosus* n'a pas été inhibé par les saccharides et la glycoprotéine testés.

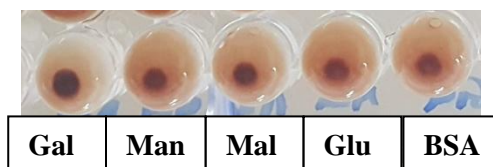


Figure 10 : L'inhibition d'hémagglutination par les saccharides et glycoprotéine d'*Helianthus tuberosus*.

4. Le test de limite d'inhibition d'hémagglutination par les saccharides et glycoprotéine

Dilution / Extrait	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2048	1/4096
BSA	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Maltose	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Mannose	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++	++
Galactose	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++	++	++

+ : Agglutination , ++ : Forte agglutination

- Les concentrations des saccharides et glycoprotéine utilisées ne provoquent pas l'inhibition d'hémagglutination d'extrait d'*Helianthus tuberosus*.

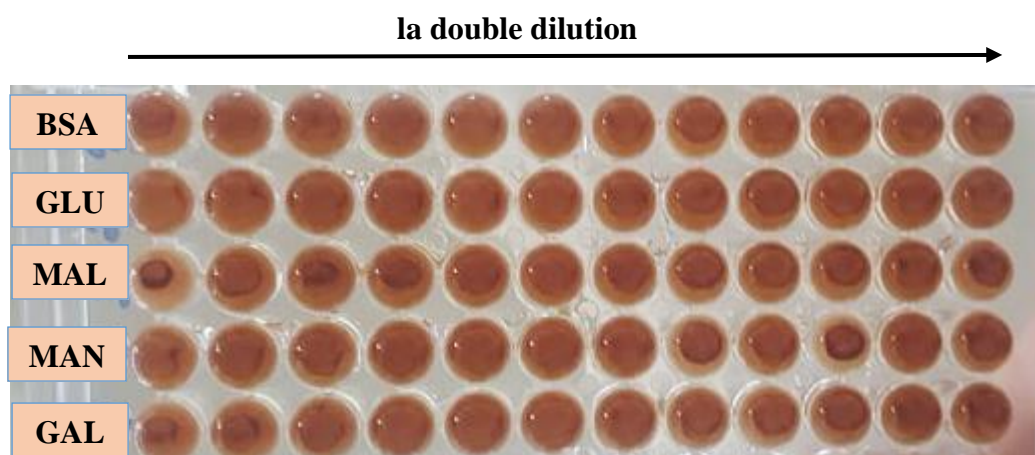


Figure 11 : la limite d'inhibition par les saccharides et glycoprotéine

***Chapitre 5 :***  
***Discussion***

## Chapitre 5 : Discussion

---

Nos travaux ont été réalisés afin de mettre en évidence la présence des lectines dans l'extrait de *Helianthus tuberosus*.

Un test d'hémagglutination a été réalisé en utilisant les érythrocytes de lapin incubé avec l'extrait brut que nous avons récupéré à partir des tubercules de la plante à l'aide d'une solution tampon. la mesure d'activité hémagglutinante est le test le plus simple et le plus largement utilisé pour la détection des lectines et leur caractérisation.

Ce test repose sur l'observation de l'agglutination (ou agrégation) des érythrocytes par les lectines visibles à l'œil nu sous forme d'une phase gélatineuse et sur la détermination de l'activité hémagglutinante.

Nous avons testé l'activité hémagglutinante de l'extrait de la plante : *Helianthus tuberosus*. Dont elle a donné un résultat positif. Ce résultat indique qu'elle contient effectivement des substances à activité agglutinante sur les hématies. Des études sur les lectines ont été effectuées sur des espèces de la famille de *Brassicaceae* dans les mêmes conditions qu'on a travaillées avec, ont montrées que le teste d'hémagglutination sur les grains de l'espèce *Brassica napus* L a donné un résultat positif. **(Deeksha et al., 2015)**.

Dans le but d'évaluer l'activité hémagglutinante de l'extraits de la plante nous avons réalisé le test de limite d'hémagglutination.

L'extrait d'*Helianthus tuberosus* a montré une forte agglutination vis-à-vis les globules rouges lors de sa dilution au niveau du 1<sup>er</sup> puits, alors qu'elle diminue au niveau du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> puits, et disparaît complètement au niveau des puits suivants (4 → 12). Ces résultats sont comparables avec ceux de *Terfezia bouderei* **(Zitouni et al.2015)**.

L'absence d'agglutination au niveau des autres puits est due à la dilution effectuée donc les fractions contenues sont des diluâtes de l'extrait brut.

L'effet inhibition sur l'activité d'hémagglutinante des lectines par les glucides est due de leurs compétition avec les érythrocytes sur les sites de liaisons de la molécule de la lectine. Ce qui interfère l'attachement de ces dernières sur la structure glucidique présente à la surface des hématies **(Daoudi et al., 2014)**.

Pour déterminer la spécificité de notre extrait vers une structure glucidique particulière et glycoprotéine, on a réalisé un test d'inhibition de l'hémagglutination par des saccharides. Sur

## Chapitre 5 : Discussion

---

le plan qualitatif ce teste a permis d'évaluée la spécificité de ces lectines aux glucides et aussi pour identifier le saccharide qu'on peut utiliser pour sa purification.

L'extrait d'*Helianthus tuberosus* ne présente aucune spécificité pour les saccharides et glycoprotéine testés, ce qui résulte par la suite leur agglutination aux hématies. C'est le cas des lectines purifiées à partir des graines de *Phaseolus acutifolius* (Valadez *et al.*, 2011).

Le test de limite d'inhibition d'hémagglutination permet d'évaluée la concentration minimale de glucide induit l'inhibition de l'activité hémagglutinante.

Nos résultats n'ont pas montré aucune inhibition d'hémagglutination d'extrait d'*Helianthus tuberosus* par les concentrations des saccharides et glycoprotéine utilisés.



***Conclusion et  
perspective***

## Conclusion et perspective

---

### *Conclusion :*

Dans le cadre de notre travail de recherche, nous nous sommes intéressées à une plante : *Helianthus tuberosus*.

Une étude d'extraction de nouvelles lectines des tubercules d'*Helianthus tuberosus* a été réalisée. La recherche des lectines à partir de notre plante a conduit à une activité d'agglutination.

Les lectines de *l'Helianthus tuberosus* n'ont pas été inhibées par les saccharides et glycoprotéine testés.

### *Perspectives :*

Ce travail peut être la première étape d'une naissance des nouvelles lectines à partir d'une plante qui n'été jamais étudiées en Algérie.

Pour bien approfondir cette étude, il sera préférable d'élargir le spectre de recherche :

- Faire une étude sur les hématies humaines ABO.
- La Purification des lectines par chromatographie sur colonne, d'affinité et HPLC.
- Faire des tests de l'activité antiviral, l'activité anticancéreuse, l'activité immunomodulatrice.
- La détermination des poids moléculaire des lectines par électrophorèse et leur séquençage.

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

**Alencar N.M.N** (1999). Leguminous lectins as tools for studying the role of sugar residues in leucocyte recruitment. *Mediators of inflammation*, 8, 107-113.

**Alencar, N. M. N., Cavalcante, C. F., Vasconcelos, M. P., Leite, K. B., Aragão, K. S., Assreuy, A. M. S., ... Vale, M. R.** (2005). Anti-inflammatory and antimicrobial effect of lectin from *Lonchocarpus sericeus* seeds in an experimental rat model of infectious peritonitis. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 57(7), 919–22.

**Assreury A.M.S** (1997). Anti-inflammatory effect of glucose-mannose binding lectins isolated from Brazilian beans. *Mediators of inflammation*, 6, 201-210.

**Babosa T.** (2001). In vivo lymphocyte activation and apoptosis by lectins of the diocleinae subtribe. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 95 (5), 673-678

**Balzarini, J., Schols, D., Neyts, J., Van Damme, E., Peumans, W., & De Clercq, E.** (1991). Alpha-(1-3)- and alpha-(1-6)-D-mannose-specific plant lectins are markedly inhibitory to human immunodeficiency virus and cytomegalovirus infections in vitro. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 35(3), 410–6.

**Belkouch, M.-C. R.** (2018, mars 02). Tout savoir sur le topinambour. Récupéré sur la nutrition : <https://www.lanutrition.fr/tout-savoir-sur-le-topinambour>. Consulté le 10 juillet 2020

**Bhari, R., Kaur, B., & Singh, R. S.** (2016). Lectin activity in mycelial extracts of *Fusarium* species. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(3), 775–780 (**important 2**)

**Bonjean, M.-C. R.** (2018, Mars 02). Tout savoir sur le topinambour. Récupéré sur la nutrition: <https://www.lanutrition.fr/tout-savoir-sur-le-topinambour>. Consulté le 11 juillet 2020

**Botos, I., & Wlodawer, A.** (2005). Proteins that bind high-mannose sugars of the HIV envelope. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 88(2), 233–82.

**Boyd, W.C. and SHAPLEIGH, E.** (1954). Specific precipitation activity of plant agglutinins (lectins). *Science*, 119, 419.

**Brackel, A. V.** (2019, novembre 02). Le topinambour, un légume qui ne s'oublie pas. Récupéré sur alimentation : <https://www.consoglobe.com/topinambour-legume-inuline-tubercule-gout-bienfaits-cg>. Consulté le 12 juillet 2020.

## *Références bibliographiques*

---

**Charland, N., Kellens, J. T., Caya, F., & Gottschalk, M.** (1995). Agglutination of *Streptococcus suis* by sialic acid-binding lectins. *Journal of Clinical Microbiology*, 33(8), 2220–1.

**Charungchitrak, S., Petsom, A., Sangvanich, P., & Karnchanatat, A.** (2011). Antifungal and antibacterial activities of lectin from the seeds of *Archidendron jiringa* Nielsen. *Food Chemistry*, 126(3), 1025–1032.

**Chrispeels, MJ and Raikhel, NV** (1991). Lectins, Lectin genes and their role in plant defense. *Plant cell*, 3, 1-9.

**Crocker, P. R. & Zhang, J.** New I-type lectins of the CD 33-related siglec subgroup identified through genomics. *Biochem. Soc. Symp.* 83–94 (2002).

**Dam, T.K. and Brewer, C.F.** (2002) Thermodynamics of lectin-carbohydrate interactions by isothermal titration calorimetry. *Chem. Rev.*, 102, 387-429

**Daoudi, A., Abdel-satter, E., Aarab, L.** The Relationship Between Lectin Compounds and Immunomodulatory Activities of Protein Extracted From Plants. *Journal of Plant Studies*, 2014. 3(1): 56-64.

**Dong, C.-H., Yang, S.-T., Yang, Z.-A., Zhang, L., & Gui, J.-F.** (2004). A C-type lectin associated and translocated with cortical granules during oocyte maturation and egg fertilization in fish. *Developmental Biology*, 265(2), 341–54.

**Drickamer, K.** A conserved disulphide bond in sialyltransferases. *Glycobiology* 3, 2–3 (1993).

**Emsley, J. et al.** Structure of pentameric human serum amyloid P component. *Nature* 367, 338–45 (1994).

**FALASCA A.I.** (1989). Purification and partial characterization of a lectin from the seeds of *Trichosanthes kirilowii* Maximowicz. *Febs Lett.*, 246(1-2) 159 -162

**Garlatti, V. et al.** Structural insights into the innate immune recognition specificities of L- and H-ficolins. *EMBO J.* 26, 623–33 (2007).

## *Références bibliographiques*

---

**Gerlach, D., Wagner, M., Schlott, B., Zähringer, U. & Schmidt, K.-H.** Chemical and physicochemical characterization of the sialic acid-specific lectin from *Cepaea hortensis*. *FEMS Microbiol. Lett.* 214, 61–8 (2002).

**GOLDSTEIN, I. J. & HAYES, C. E.,** (1978). The lectins: carbohydrate binding proteins of plant and animals. *Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.*, 35:127 340.

**GOLDSTEIN, I.J., HUGHES, R.C., MONSIGNY, M., OSAWA, T., SHARON, N.** (1980). What should be called a lectin? *Nature*, 285: 66.

**GOMES J.C** (1994). Histamine release induced by glucose (mannose) specific lectins isolated from Brazilian beans. *Comparaison with concanavalin A. Agent Action* , 41, 132- 135

**GRANT G.** (1991).Lectins. In *toxic substances in crop plants*.ed.by the royal Society oh Chemistry, 339p.

**GUILLOT, J., GUERRY, M., KONSKA, G., CALDEFIE-CHEZET, F., DE LATOUR, M. and PENAULT-LLORCA, F.** (2004). Modification des glycoconjugués au cours du processus de cancérisation : cas des carcinomes mammaires. *Bull Cancer*, 91, 141-158.

**Himansha Singh,** Sai Pantha Sarathi,Inside of lectins-A review .*International journal of scientific&Engineering Research*,Volume3,Issue 4,April-2012.ISSN 2229-5518

**Hwang, H.-J., Han, J.-W., Jeon, H., Cho, K., Kim, J., Lee, D.-S., & Han, J. W.** (2020). Characterization of a Novel Mannose-Binding Lectin with Antiviral Activities from Red Alga, *Grateloupia chiangii*. *Biomolecules*, 10(2), 333.

**Imberty, A. & Varrot, A.** Microbial recognition of human cell surface glycoconjugates. *Curr. Opin. Struct. Biol.* 18, 567–76 (2008).

**Imberty, A., Mitchell, E. P., & Wimmerová, M.** (2005). Structural basis of high-affinity glycan recognition by bacterial and fungal lectins. *Current Opinion in Structural Biology*, 15(5), 525–34.

**JAFFE W.G.** hemagglutinins (Lectins) (1980). In *toxic constituents of plant foodstuffs*. New –York, Academic Press, 502 p.

## *Références bibliographiques*

---

**Jaffé, W. G., & Seidl, D.** (1992). Toxicology of plant lectins in Food Poisoning. (M. Dekker, Ed.). New York.

**Jensen, L. E., Hiney, M. P., Shields, D. C., Uhlar, C. M., Lindsay, A. J., & Whitehead, A. S.** (1997). Acute phase proteins in salmonids: evolutionary analyses and acute phase response. *Journal of Immunology* (Baltimore, Md. : 1950), 158(1), 384–92.

**Ji, X., Chen, Y., Faro, J., Gewurz, H., Bremer, J., & Spear, G. T.** (2006). Interaction of human immunodeficiency virus (HIV) glycans with lectins of the human immune system. *Current Protein & Peptide Science*, 7(4), 317–24

**Kamoun P., Lavoigne A., darmon M., Demotes-Mainard J.** (2003). *biochimie et biologie moléculaire*.flammarion,Paris,France,

**Karoline S.A.**, 2008 : Etudes structure-fonction de lectines (DiscI et DiscII) de *Dictyostelium discoideum*. These Pour l'obtention du Diplôme de docteur de l'université Joseph Fourier. Université Grenoble 1- Joseph Fourier.

**Kenoth R., et al** (2001). Thermodynamic and kinetic analysis of porphyrin binding to *Trichsanthes cucumerina* seed lectin. *Eur.J. Biochem.*, , 268, 5541-5549

**Kocourek, J., & Horejsi, V.** (1981). Defining a lectin. *Nature*, 290, 188

**Kulkarni G.V** (1998). Role of mitochondrial membrane potential in concanavalin A induced apoptosis in human fibroblast. *Experimental cell.Research*, 245,170-178.

**Lee, Y.C. and Lee, R.T.** (1995) *Carbohydrate-protein interactions: basis of glycobiology*. *Acc. Chem. Res.*, 28, 321–327

**Leffler, H., Carlsson, S., Hedlund, M., Qian, Y. & Poirier, F.** Introduction to galectins. *Glycoconj. J.* 19, 433–40 (2004).

**Lenka s., Imberty A., Jaroslav, k.**,2006 : Modelisation moleculaire des lectines et des glycosyltransferases. Thèse pour l'obtention du diplôme de docteur de l'université joseph fourier. universite grenoble i – joseph fourier

**Leonidas, D. D. et al.** Structural basis for the recognition of carbohydrates by human galectin-7. *Biochemistry* 37, 13930–40 (1998).

## *Références bibliographiques*

---

**Lis, H. and Sharon, N.** (1998) Lectins: Carbohydrate-specific proteins that mediate cellular recognition. *Chem. Rev.*, 98, 637-674.

**Lopez S** (2003). Anti-humain immunodeficiency virus type 1 (HIV-1) activity of lectins from *Narcissus* species. *Planta medica*, 69 (2), 109-112.

**Lossio, C. F., Moreira, C. G., Amorim, R. M. F., Nobre, C. S., Silva, M. T. L., Neto, C. C., ... Nascimento, K. S.** (2017). Lectin from *Canavalia villosa* seeds: A glucose/mannose-specific protein and a new tool for inflammation studies. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105, 272–280.

**Mancheno J., Tateno H., Goldstein I.J., Martinez-Ripoll M., Hermoso J.,** 2005: Structural analysis of the *Laetiporus sulphureus* hemolytic pore-forming lectin in complex with sugars. *J. Biol. Chem.*, 280, 17251-17259.

**Melkonian, C.** (2018, mai). Le topinambour, bienfaits de ce légume racine. Récupéré sur passeportsanté :

[https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=topinambour\\_nu](https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=topinambour_nu). Consulté le 15 Juillet 2020.

**Merouane F.**, 2016. Extraction, purification et caractérisation des lectines produites par la souche *Micromonospora aurantiaca* GF44c, et tests biologiques. Thèse de doctorat : Biotechnologies Microbiennes, Génomes et Environnement. Université des frères Mentouri. 1,170 P.

**Murdock L.L Shade R.E** (2002). Lectins and protease inhibitors as plant defenses against insectes. *J. Agric. food. Chem.* 50 (22)6605-6611

**MYOSHI M. et Al** (1982). The lethal protein from kintoki beans (*Phaseolus vulgaris*) identified as a lectin. *J. Nutr. Sci. vitaminol.*, , 28, 255-264

**Nachbar M.S., Oppenheim J.D**(1980). Lectin in the United States diet: a survey of lectins in commonly consumed foods and a review of the literature. *The American Journal of Clinical Nutrition*, ,33 ,2238 -2345



## *Références bibliographiques*

---

**Nadio.R.**,2010. L'étude de l'activité hémagglutinante des lectines isolées des graines de *Abrus precatorius*. thèse de doctorat : la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie. Université de Bamako.1,79 P.

**Nunes, E. dos S., de Souza, M. A. A., Vaz, A. F. de M., Santana, G. M. de S., Gomes, F. S., Coelho, L. C. B. B., ... Correia, M. T. dos S.** (2011). Purification of a lectin with antibacterial activity from *Bothrops leucurus* snake venom. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 159(1), 57–63.

**Ottinger, C. A., Johnson, S. C., Ewart, K. V, Brown, L. L., & Ross, N. W.** (1999). Enhancement of anti-*Aeromonas salmonicida* activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*) macrophages by a mannose-binding lectin. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part C, Pharmacology, Toxicology & Endocrinology*, 123(1), 53–9.

**PARK, S., LEE, M.R. and SHIN, I.** (2008) Chemical tools for functional studies of glycans. *Chem. Soc. Rev.*, 37, 1579-1591

**Peumans W.J., Van damme J.M.** (1995)-lectine as plant defense proteins. *Plant Physiol.*, 109,347-352

**Renkonen K. O** (1948). Studies on the hemagglutinins present in seeds of some representatives of the family of Leguminosae. *Ann. Med. Exp. Fenn. (Helsinki)* 26:66.

**Roberts, D. L., Weix, D. J., Dahms, N. M. & Kim, J. J.** Molecular basis of lysosomal enzyme recognition: three-dimensional structure of the cation-dependent mannose 6- phosphate receptor. *Cell* 93, 639–48 (1998).

**Rüdiger, H.** (1993) Purification of plant lectins. In Gabius, H.J.G., S. (ed), *Lectins and Glycobiology*. Springer, Berlin, pp. 31-46.

**Rudiger, H. and Gabius, H.J.,** (2001). Plant lectins: occurrence, biochemistry, functions and applications. *Glycoconj J*, 18, 589-613.

**Sá, R. A., Santos, N. D. de L., da Silva, C. S. B., Napoleão, T. H., Gomes, F. S., Cavada, B. S., Paiva, P. M. G.** (2009). Larvicidal activity of lectins from *Myracrodruon urundeuva* on

## *Références bibliographiques*

---

*Aedes aegypti*. Comparative Biochemistry and Physiology. Toxicology & Pharmacology: CBP, 149(3), 300–6.

**Saboia Aragão.K.**, 2008. Etudes structure-fonction de lectines (DiscI et DiscII) de *Dictyostelium discoideum*. thèse de doctorat : Biologie structurale et nanobiologie. Université Grenoble I – Joseph Fourier école doctorale chimie et sciences du vivant. 1,135 P.

**Sacchettini, J. C., Baum, L. G., & Brewer, C. F.** (2001). Multivalent protein-carbohydrate interactions. A new paradigm for supermolecular assembly and signal transduction. *Biochemistry*, 40(10), 3009–15.

**Schrag, J. D. et al.** The Structure of calnexin, an ER chaperone involved in quality control of protein folding. *Mol. Cell* 8, 633–44 (2001).

**Schrag, J.D., Bergeron, J.J., Li, Y., Borisova, S., Hahn, M., Thomas, D.Y. and Cygler, M.** (2001) The Structure of calnexin, an ER chaperone involved in quality control of protein folding. *Mol Cell*, 8, 633-644.

**Sharon, N. and Lis, H.** (2004). History of lectins: from hemagglutinins to biological recognition molecules. *Glycobiology*, 14, 53R-62R **Bamako**

**Sharon, N., & Lis, H.** (2004). History of lectins: From hemagglutinins to biological recognition molecules. *Glycobiology*. 14(11),53-62 (**these merwane**)

**Sharon, N., and HALIMA, LIS.** (2003) *Lectins*. Kluwer Academic Publishers

**Shenoy, S. R., Barrientos, L. G., Ratner, D. M., O’Keefe, B. R., Seeberger, P. H., Gronenborn, A. M., & Boyd, M. R.** (2002). Multisite and multivalent binding between cyanovirin-N and branched oligomannosides: calorimetric and NMR characterization. *Chemistry & Biology*, 9(10), 1109–18.

**Singh, R. S., Walia, A. K., & Kennedy, J. F.** (2019). Purification and characterization of a heterodimeric mycelial lectin from *Penicillium proteolyticum* with potent mitogenic activity. *International Journal of Biological Macromolecules*.

**Tasumi, S., Yang, W.-J., Usami, T., Tsutsui, S., Ohira, T., Kawazoe, I., ... Suzuki, Y.** (2004). Characteristics and primary structure of a galectin in the skin mucus of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Developmental and Comparative Immunology*, 28(4), 325–35.

## *Références bibliographiques*

---

**Uchida, T. et al.** Crystal structure of the hemolytic lectin CEL-III isolated from the marine invertebrate *Cucumaria echinata*: implications of domain structure for its membrane pore-formation mechanism. *J. Biol. Chem.* 279, 37133–41 (2004).

**Utarabhand, P., Rittidach, W., & Pajit, N.** (2007). Bacterial agglutination by sialic acid-specific lectin in the hemolymph of the banana shrimp, *Penaeus (Fenneropenaeus) merguensis*. *ScienceAsia*, 33, 41–46.

**V aladez. V. C., guzman. P. A., javier soto. C. F., álvarez. M. G., morales. G. J., madrigal. S. E., jose roberto villagomez. I. J. R., Zuñiga. P. C., jose gutierrez. S. J., becerril. F. M.** Purification, biochemical characterization, and bioactive properties of a lectin purified from the seeds of white tepary bean (*Phaseolus acutifolius* variety *latifolius*). *Molecules*, 2011. 16: 2561-2582

**VAN DAMME, E.J.M., PEUMANS, W.J., BARRE, A. and ROUGE, P.** (1998) Plant lectins: A composite of several distinct families of structurally and evolutionarily related proteins with diverse biological roles. *Critical Rev. Plant Sci.*, 17, 575-692

**Van Damme, E.J.M., Peumans, W.J., Barre, A. and Rougé, P.** (1998) Plant lectins: A composite of several distinct families of structurally and evolutionarily related proteins with diverse biological roles. *Critical Rev. Plant Sci.*, 17, 575-692.

**Varki, A.** (1993) Biological roles of oligosaccharides: all of the theories are correct. *Glycobiology*, 3, 97-130.

**Vasta, G.R.** (1992) Invertebrate lectins: Distribution, synthesis, molecular biology and function. In Allen, H.J. and Kisailus, E.C. (eds), *Glycoconjugates, Composition, Structure and Function*. Marcel Dekker, New York.

**Wood, S. D.** (1995). *Crystallographic Studies of Molecules of Biological and Chemical Interest*. Liverpool John Moores University, England.

**Y amada, Y. & Aketa, K.** Purification and partial characterization of hemagglutinins in seminal plasma of the sea urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*. *Biochim. Biophys. Acta* 709, 220–6 (1982).

## *Références bibliographiques*

---

**Yu, X. Q. & Kanost, M. R.** Immulectin-2, a lipopolysaccharide-specific lectin from an insect, *Manduca sexta*, is induced in response to gram-negative bacteria. *J. Biol. Chem.* 275, 37373–81 (2000).

**Zitouni A.**,2015. Extraction, purification, caractérisation et effet immuno-modulateur des lectines fongiques de *Terfèzia boudiéri* (Truffe Blanche du Sahara). Thèse de doctorat : biochimie. Université des frères Mentouri. 1, 139 p.

**Zitouni A , Necib Y, Bahi A,** (2015).Immunomodulatory Activity of lectins extracted fom *Trefezia bouderei*, international journal of pharmaceutical Sciences Review and Reasearch 50:285-287.

# *Annexe*

## *Annexe*

---

### **Annexe 1 : Préparation du tampon phosphate disodique (PBS) (0,1 M pH 7,2)**

Produit chimique	Quantité
L'eau distillée	2 litres
Disodium phosphate (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> )	2,27 g
Chlorure de sodium (Na Cl)	16,01 g
Ethylènediaminetétraacétique (EDTA)	1,16 g
Chlorure de potassium (KCL)	0,40 g
Monosodium phosphate (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	0,40 g

**Thème : Extraction des lectines à partir d'Helianthus tuberosus avec des tests biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Résumé**

Les lectines sont des protéines de liaison d'hydrate de carbone de nature non-immunoglobuline. Ces protéines agglutinent des érythrocytes et glycoconjugués sans modifier la structure covalente de ligands glycosyl reconnus ; et elles sont omniprésents dans la nature.

Nos études ont été entreprise avec un objectif de déterminer la présence des lectines dans les tubercules de l'Helianthus tuberosus par le test d'hémagglutination et leur étude biologique.

L'extraction a été faite par broyage et macération dans une solution tampon (PBS).

L'activité hémagglutinante de l'Helianthus tuberosus a été de 1 : 3 (8).

Un test d'inhibition avec différents saccharides et glycoprotéine a montré que les lectines d'Helianthus tuberosus n'ont pas été inhibées par le : glucose, galactose, mannose, maltose et le BSA.

**Mots clés : Lectines, Extraction, Activité hémagglutinante, Saccharide, Glycoprotéine Inhibition.**

**Jury d'évaluation :**

**Présidente du jury : BAHLA**

MCA.Univ.Frères Menrouri Constantine

**Rapporteur : NECIB.Y**

Pr.Univ.Frères Menrouri Constantine

**Examinatrice : DJEMAI ZOUGHLACHE. S**

MAA. Univ.Frères Menrouri Constantine